

STOORNISSEN VAN HET LOCOMOTIE-APPARAAT,
IN HET BIJZONDER DE LEG WEAKNESS,
BIJ VARKENS.

Samengesteld door de Studiecommissie "Beengebreen"
in opdracht van de Coördinatiecommissie huisvestings-
en verzorgingsonderzoek.

IVO Rapport B 126
IVVO Intern Rapport nr. 95

300 698

<u>INHOUDSOPGAVE</u>	<u>Blz.</u>
Voorwoord	5
I. Inleiding	7
II. Klinisch beeld van de afwijkingen aan het bewegingsapparaat	13
III. Pathologische anatomie	21
IV. Etiologie	29
V. Discussie en conclusies	45
VI. Literatuuropgave	53

Voorwoord

De Studiecommissie "Stoornissen van het locomotie apparaat, in het bijzonder de leg weakness, bij varkens", werd december 1975 ingesteld door de Coördinatiecommissie Huisvesting en Verzorging na overleg met de Coördinatiecommissies voor het Fokkerij- en Veevoedkundig onderzoek.

De taak van de commissie was:

1. te proberen het probleem aan de hand van uitgevoerd onderzoek en verschenen literatuur te analyseren,
2. zo concreet mogelijk aan te geven welk onderzoek (zo mogelijk met prioriteitsaanduiding) moet plaatsvinden,
3. suggesties te doen over plaats (evt. persoon), of het verband waarin dit onderzoek uitgevoerd zou moeten worden.

Aanvankelijk gingen de gedachten van de betrokken coördinatiecommissie uit naar een aanpak hoofdzakelijk vanuit haar onderzoeksterrein (huisvesting en verzorging), maar van meerdere zijde werd aangedrongen op een algemenere analyse waarbij o.a. ook aspecten als genetica en voeding betrokken werden. De noodzakelijk geachte multidisciplinaire aanpak van dit onderzoek, welke eveneens bepleit werd in de in december 1975 verschenen nota "Onderzoek varkenshouderij" van de Commissie van Overleg voor de Varkenshouderij, heeft ertoe geleid dat de commissie als volgt werd samengesteld:

1. Dr. G. Eikelenboom, voorzitter, IVO "Schoonoord" te Zeist.
2. Drs. S.A. Goedegebuure, Vakgroep Pathologie der Faculteit voor Diergeneeskunde te Utrecht.
3. Ir. C. 't Hart, IMAG te Wageningen.
4. Ir. A.W. Jongbloed, secretaris, IVVO "Hoorn" te Lelystad.
5. Ir. T. van Ingen, Consulentschap in algemene dienst voor Varkenshouderij te Utrecht.
6. Drs. P.C. v.d. Valk, Vakgroep Inwendige Ziekten der Faculteit voor Diergeneeskunde te Utrecht.
7. Dr. A.Th.M. Verdijk, Gem. Vleeskeuringsdienst te Cuyk.

Door ieder commissielid is een bepaald aspect van de problematiek schriftelijk belicht, waarna bespreking volgde in de vergadering van de commissie alvorens de definitieve versie werd vastgesteld. De commissie heeft vergaderd op 17 december 1975 en 30 januari, 9 april, 2 juni en 18 augustus 1976. Mening en inzichten van de commissieleden werden daarnaast getoetst aan die van anderen.

Met name bood de aanwezigheid van enkele buitenlandse deskundigen op dit gebied op de 3rd International Conference on Production Disease, gehouden van 13 - 16 september 1976 te Wageningen, een goede gelegenheid hiertoe.

I. INLEIDING

De economische schade veroorzaakt door motiliteitsstoornissen wordt in het algemeen niet onaanzienlijk geacht.

In de fokkerij valt jaarlijks circa 40% van de zeugen uit (Tuinte, 1976). Ongeveer 30% van deze uitval wordt veroorzaakt door beengebrecen (Tuinte, 1971, 1976, jaarverslagen varkensproefbedrijven 1974, 1975), hetgeen betekent dat per jaar in Nederland ongeveer 100.000 zeugen om deze reden worden opgeruimd. Indien we de gebruikswaarde van een zeug stellen op f 500,- en de gemiddelde slachtwaarde op f 350,- dan is de directe schade dus f 150,- per uitgevallen zeug. Aangenomen mag worden dat een zeug die wegens beengebrecen wordt opgeruimd gemiddeld minder opbrengt dan een zeug die wegens vruchtbaarheidsstoornissen wordt uitgeselecteerd. De totale schade zal dan ook in de orde van grootte van 15 tot 20 miljoen gulden liggen.

Daarnaast geven beengebrecen in de fokkerij bovendien aanleiding tot meer biggensterfte (b.v. doodliggen) en een verminderde fertiliteit. Betrouwbare gegevens hierover zijn niet ter beschikking, zodat deze indirecte economische schade moeilijk is te kwantificeren. Om een indruk van de mogelijke schade te geven is het wellicht zinvol de schade van 1% biggensterfte en van één verliesdag wegens niet berig en/of drachtig worden te vermelden. Een vermindering van de biggensterfte met 1% - b.v. van 15 naar 14% - maakt 0,018 big per zeug per jaar uit. Uitgaande van een netto opbrengst van f 100,- per big is hiermee een kleine 15 miljoen gulden gemoeid. Zo geeft iedere verliesdag door niet of niet tijdig bronstig en/of drachtig worden een biggenproductievermindering van 16/365 big. De kosten van één verliesdag zijn daarmee te berekenen op ongeveer f 4,-; hetgeen omgerekend op de totale zeugenstapel een schade oplevert van ruim 3 miljoen gulden.

Van de op de selectiemesterijen goed getoetste beertjes wordt ongeveer de helft uitgeselecteerd wegens minder goed beenwerk, waardoor er een verlies is van 10 indexpunten. De spreiding van de index is 33 punten en de economische waarde van die spreiding is f 5,-. Toepassing van de formule $R = \frac{1}{2} h^2 S$, (waarin R = het verlies aan selectieresultaat in guldens, S = het verlies aan selectieverschil in guldens en h^2 = de erfelijkheidsgraad van de index) geeft dat deze schade op ca. 5 miljoen gulden per generatie geraamd kan worden.

De economische schade in de mesterij laat zich eveneens moeilijk kwantificeren omdat basisgegevens ontbreken. De uitval ligt blijkens gegevens van de technische administraties in de consulentschappen en de deelboekhoudingen van het

LEI rond 2%. Bij een gemiddelde waarde van de uitgevallen dieren van f 175,- zijn de kosten per afgeleverd varken f 3,50. Indien aangenomen wordt dat de uitval voor b.v. 5% wordt veroorzaakt door beengebrecen dan bedraagt de schade hierdoor nationaal economisch ongeveer 2 miljoen gulden.

De schade wegens vroegtijdig afleveren is ongeveer 1,5 cent per kg varkensvlees. In totaal is die schade dus ca. 15 miljoen gulden. Waarschijnlijk kan hiervan de helft aan beengebrecen worden toegeschreven.

Wat betreft de invloed van beengebrecen op de groei en de voederbenutting is de literatuur niet eensluidend. Indien we echter een geringe nadelige invloed aannemen ter grootte van 10 gram groei per dag een 0,05 kg hoger voederconsumptie per kg groei bij dieren waarvan het beenwerk als minder goed wordt beoordeeld, dan is de schade - bij een aanname dat 15% van de dieren minder goed beenwerk heeft - ruwweg 5 miljoen gulden per jaar. (0,05 verschil in voederconversie maakt f 2,- en 10 gram verschil in groei per dag ca. f 0,70 per afgeleverd varken uit).

De transportschade bij dieren met minder goed beenwerk ligt waarschijnlijk hoger dan de gemiddelde transportschade.

De schade op het slachthuis als gevolg van afkeuring van ledematen en extra kosten van uitbenen bedragen volgens opgave van het CBS jaarlijks ongeveer 0,6 miljoen gulden. De schade om deze reden bij de bij de levende keuring aangehouden dieren is vermoedelijk veel hoger.

Met de noodzakelijkerwijs globale benadering en schatting van de schade is gepoogd aan te geven dat de schade t.g.v. beengebrecen zich meer manifesteert in de fokkerij dan in de mesterij en dat daarmee tientallen miljoenen guldens schade voor de betreffende bedrijfstak zijn gemoeid.

Behalve uit economische motieven verdient het probleem echter ook de aandacht vanuit het oogpunt van het welzijn van het dier. In het rapport van de Commissie "Veehouderij-Welzijn Dieren" van de NRLO-TNO, wordt dan ook ruime aandacht geschonken aan dit probleem. Het welzijn van de dieren kan nl. bij een aantal stoornissen duidelijk verminderd zijn, met name indien de stoornissen zich uiteten in ernstige kreupelheden of het niet meer kunnen opstaan en lopen. Van sommige aandoeningen, die ook bij de mens voor kunnen komen, is bovendien bekend dat zij bijzonder pijnlijk zijn.

In het rapport van de bovengenoemde Commissie wordt op grond van literatuurgegevens o.a. de conclusie getrokken dat ongeveer de helft van de mestvarkens stoornissen van het voortbewegingsapparaat vertoont. De Commissie wijst er terecht echter op, dat in veel publikaties geen melding wordt gemaakt over de

aard der stoornissen en de wijze waarop de beoordeling heeft plaatsgevonden. In hoofdstuk II zullen wij daarom trachten nader in te gaan op de vraag welke klinische verschijnselen kunnen optreden en wat als stoornissen in de normale gang en stand van het voortbewegingsapparaat moet worden aangemerkt. Met deze omschrijving zal getracht worden het begrip "motiliteitsstoornissen" of "been-gebreken" nader inhoud te geven.

Door middel van patholoog-anatomisch onderzoek (hoofdstuk III) is een duidelijker en exactere indeling mogelijk naar de aard der stoornissen. Om te beginnen kan een indeling gemaakt worden naar de lokalisatie van de aandoening. Motiliteitsstoornissen kunnen door talrijke veranderingen in verschillende orgaansystemen veroorzaakt worden.

De belangrijkste orgaansystemen zijn:

- a. centrale en perifere zenuwstelsel;
- b. skeletmusculatuur;
- c. pezen, peesscheden en bursae;
- d. beenderen en gewrichten (incl. klauwen).

Naast afwijkingen aan bovengenoemde orgaansystemen is er natuurlijk nog een grote groep van aandoeningen waarbij het varken niet of slecht wil of kan lopen (b.v. heftige pneumonieën, hartafwijkingen, enteritiden, toxinaemieën).

Dergelijke aandoeningen vallen uiteraard buiten het kader van dit rapport.

ad a. Een grote groep van oorzaken kan geringe of ernstige lesies veroorzaken, waarbij naast vaak overheersende symptomen van de kant van het zenuwstelsel ook motiliteitsstoornissen kunnen optreden.

Bacteriën, virussen, protozoën, parasieten, intoxicaties, deficiënties en traumata zijn de belangrijkste oorzakelijke factoren.

ad b. Spierafwijkingen kunnen in het kader van algemene aandoeningen (infecties, intoxicaties, deficiënties) voorkomen of op zich zelf staan (b.v. dystrofie, necrose, abcessen, pseudo-hypertrofia lipomatosa, AHQS, splay-leg en PSE. In beide gevallen kunnen ze zeer geringe tot ernstige motiliteitsstoornissen geven.

ad c. Aandoeningen aan pezen en peesscheden ontstaan in de regel door trauma of infecties. Laatstgenoemde meestal in aansluiting aan processen elders (b.v. arthritiden). Veranderingen aan de bursae uiteten zich vooral in de vorm van acquisite bursae (onder de hak, maar ook elders) en geven in de regel geen aanleiding tot kreupelheid.

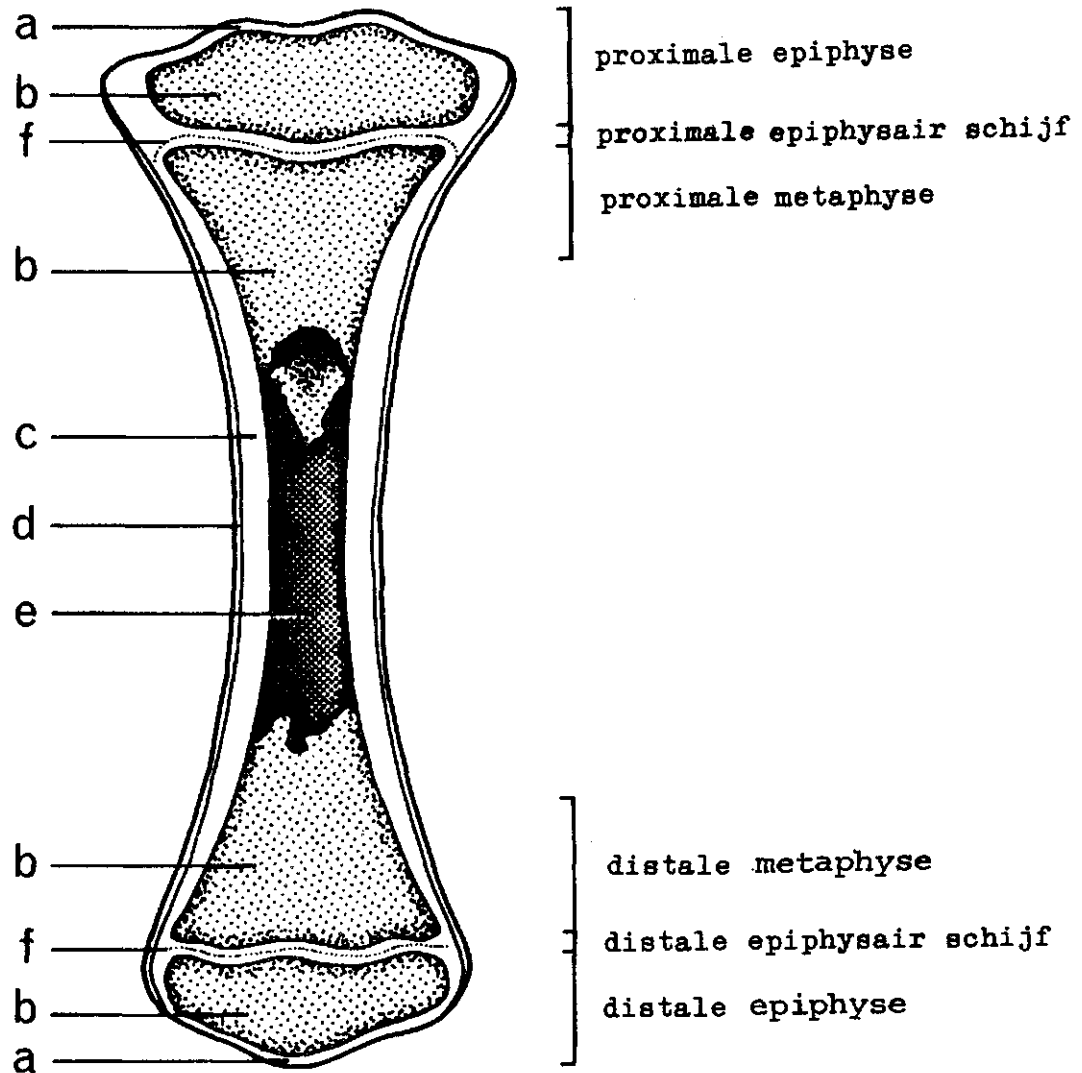
Zowel de onder a, b als c genoemde orgaansystemen met hun veranderingen

zullen in dit rapport niet verder ter sprake komen daar ze t.a.v. eigenlijke problemen omtrent de bewegingsstoornissen geen rol spelen of slechts zijdelings of als predisponerende factoren hiermee te maken hebben.

ad d. Aandoeningen van beenderen, klauwen en gewrichten zijn de belangrijkste oorzaken van motiliteitsstoornissen bij varkens. Het rapport handelt over deze groep aandoeningen en dan met name over de zgn. osteochondro-pathie. Hieronder worden gegeneraliseerd optredende degeneratieve veranderingen van het kraakbeen met de daarbij optredende veranderingen in het nabijgelegen beenweefsel verstaan (hoofdstuk III). De klinische en patholoog-anatomische aspecten van deze - naar de mening van de commissie - frequent voorkomende aandoening bij varkens, worden behandeld in respectievelijk hoofdstuk II en hoofdstuk III.

LENGTE DOORSNEDE PIJPBEEN

van een jong dier



- a) gewrichtskraakbeen
- b) spongieusbeen
- c) compact been
- d) periost
- e) mergholte
- f) epiphysair schijven

II. KLINISCH BEELD VAN DE AFWIJKINGEN AAN HET BEWEGINGSAPPARAAT

Alvorens men over afwijkingen kan oordelen is het noodzakelijk het "gemiddelde" normale beeld van gang en stand te kennen. Het is daarbij gewenst te komen tot een standaardisatie van de wijze van beoordelen en het uniform maken van de te hanteren normen en methoden van onderzoek in het geval van afwijkingen.

1. Normale en afwijkende standen en gangen

a. Stand

De beide voorbenen moeten van opzij gezien in stand recht onder het lichaam staan. Van voren gezien moeten de benen ook recht, d.w.z. vrijwel parallel aan elkaar, staan. De schouder moet goed aangesloten tegen de borstkas liggen, de hoek welke de as van het schouderblad maakt met de vertikaal moet $\pm 25^\circ$ zijn. De bovenarm maakt een hoek van $\pm 60^\circ$ met de vertikaal. Het ellebooggewricht moet in hetzelfde vlak liggen als het boeggewricht. De radius (spaakbeen van de onderarm) staat vertikaal, het karpalgewricht (de voorknie) is gestrekt. De bijklauwen eindigen enkele cm's boven de grond. De hoek in het kootgewricht moet zodanig zijn dat de achterzijde van de klauwen ongeveer midden onder tot net voor de achterzijde van het been eindigen. De binnen- en buitenklauw moeten praktisch even groot zijn.

De stand van het achterbeen is veel moeilijker te omschrijven, daar de noodzaak van o.a. een goede hoek in de hak door de praktijk wat achterhaald lijkt te zijn. Bij het meer moderne varken lijkt een steile stand in de achterbenen gepaard te gaan met minder problemen. De ouderwetse stand hield in dat de femur (het dijbeen) een hoek van $\pm 30^\circ$ met de vertikaal maakt. Voor de tibia (het scheenbeen) is deze hoek $\pm 35^\circ$. Het kniegewricht ligt dan op gelijke hoogte met, of net achter, de voorzijde van het bekken. De ondervoet staat vertikaal en de hoek in het kootgewricht is zodanig dat de achterzijde van de klauw praktisch op één lijn ligt met de voorzijde van de ondervoet of hier net achter komt. De bijklauwen eindigen dan enkele cm's boven de grond.

Van achter gezien staan de benen onder de hak parallel. De afstand tussen de beide benen is afhankelijk van de mate van bespiering van de achterhand. Bij een normaal bespierd varken zal de afstand tussen de benen overeenkomen met de breedte van één tot anderhalve klauw.

b. Gang

Bij het lopen dienen de benen zoveel mogelijk in één vlak bewogen te worden.

De zwaaiende beweging met de achterhand dient gering te zijn. De pas dient voldoende lang te zijn, dit betekent dat bijv. het voorbeen, vlak voordat het wordt neergezet een hoek van $\pm 45^{\circ}$ à 50° maakt met de bodem.

c. Klauwen

De binnen- en de buitenklauw, vooral aan het achterbeen, verschillen duidelijk in vorm en grootte (Penny e.a., 1963). De ratio van de breedte van de buitenklauw aan het voorbeen t.o.v. de binnenklauw is 4 : 3, aan de achterbenen is dit vaak $3\frac{1}{2}$: 1. Deze verschillen zijn bij de geboorte, zij het minder opvallend, al aanwezig. Vanaf de 6e levensweek worden de verschillen duidelijker. Niet alleen de breedte van de klauwen verschilt, ook de lengte van de beide klauwen is niet gelijk.

De lengte van de klauw wordt bepaald door: hoorn groei, stand van het been en slijtage. Bij dekberen werd een gemiddelde groei gevonden van $\pm 6,3$ mm per maand (Blaka e.a., 1975). De klauwen aan de achterbenen groeien wat sneller als die aan de voorbenen. De afslijting aan de achterbenen is $\pm 6,5$ mm per maand, die aan het voorbeen ± 6 mm. De klauwen van dieren welke op stro lopen slijten 2 mm minder. Tevens is de grote individuele variatie in groei en slijtage opvallend. Bij aangebonden zeugen, welke op een half rooster vloer staan, is de afslijting van de klauwen aan de achterbenen vaak onvoldoende (Dietz e.a., 1974).

d. De volgende afwijkingen kunnen worden waargenomen in de stand van de benen

- Bodemnauw. De beide benen staan te dicht bijeen, de klauwen kunnen hierdoor praktisch tegen elkaar aan geplaatst staan. Het wordt gezien bij de voorbenen (oorzaak een te nauwe borstkas of lage, wat onder het lichaam geplaatste ellebooggewrichten) en bij de achterbenen.
- Xbenigheid. Bij deze stand staan de voorknieën te dicht bijeen. De klauwen staan verder uit elkaar als de afstand tussen de voorknieën. Een vrij veel voorkomende variatie is de stand waarbij de klauwen evendicht bijeen staan als de voorknieën.
- Franse stand. De benen boven de voorknie staan recht, vaak te dicht bij elkaar. Onder de voorknie buigt het been naar opzij.
- Bokbenigheid. Van opzij gezien buigt het been in de voorknie naar voren door.
- Te steile of te weke koten. In het kootgewricht is praktisch geen of een te grote hoek aanwezig. Het wordt zowel bij het voorbeen als bij het achterbeen gezien.

- Koehakkigheid. De hakken staan dicht bij elkaar als de klauwen.
- Sabelbenigheid. De klauwen worden zover onder het lichaam gezet, waardoor het gedeelte van het been onder de hak niet vertikaal staat.

2. Klinische waarnemingen bij osteochondropathieën

In veel gevallen komt de term leg weakness voor. Hieronder wordt verstaan: Afwijkingen aan standen en gangen bij varkens waarbij bekende oorzaken (arthritis, fractures etc.) uitgesloten worden, maar vóórkomen bij osteochondropathieën doch ook zonder dat deze aanwezig zijn (dekt dus meer dan alleen osteochondropathieën).

De klinische beelden kunnen worden verdeeld in 4 groepen:

- a. afwijkingen in de standen en gangen;
- b. kreupelheden ten gevolge van Epiphysiolysis capitis femoris;
- c. kreupelheden ten gevolge van Arthrosis deformans tarsi (het tarsaalgewricht);
- d. moeilijkheden bij de belasting van één of beide achterbenen (Apophysiolysis).

a. Afwijkingen in de stand van het been

Deze afwijkingen worden vooral gezien bij mestvarkens en snelgroeiende opfokvarkens. Het meest frequent bij beren, dan bij borgen en het minst frequent maar toch nog vrij veel bij zeugen. De afwijkingen aan het voorbeen zijn vaak duidelijker als die aan het achterbeen.

Bij de afwijkingen aan het voorbeen wordt vaak het eerst een pijnlijk lopen waargenomen met een verkorte pas. Bij huisvesting op een half rooster vloer valt op dat het dier de rooster vloer zoveel mogelijk mijdt. In stand worden de benen (vooral de achterbenen) ver onder het lichaam geplaatst. De voorbenen staan bokbenig met vaak te weke koten. De symptomen kunnen worden waargenomen bij dieren vanaf 20 kg, soms zelfs eerder, ze worden echter duidelijker vanaf 40 kg. De veranderingen verergeren vaak met het ouder worden, de snelheid waarmee dit gebeurt kan sterk variëren. Meestal gaat het door tot aan het einde van de mestperiode. De bokbenigheid kan zo erg worden, dat het dier de voorbenen niet meer kan strekken en zich voortbeweegt op de voorknieën. Daarna wordt het beeld vaak stationair of verbetert langzaam.

Ook aan de achterbenen worden afwijkingen waargenomen, zij het vaak minder ernstig. Voorkomende afwijkingen zijn: sabelbenigheid, koehakkigheid en te weke kootgewrichten.

Naarmate de veranderingen in de voor- en achterbenen ernstiger worden, zal het dier meer blijven zitten of liggen en minder lopen. Tijdens het lopen worden

afwijkende bewegingen in de benen gezien, zoals het naar buiten draaien van de ondervoet van de voorbenen. Tijdens het op de grond zetten van de voorbenen wordt de grotere buitenklaus het eerst belast, gevolgd door de kleinere binnenklaus. Tijdens het belasten draait de binnenklaus van voor naar achter t.o.v. de buitenklaus. Dit gaat gepaard met een torsie van het onderbeen.

b. Afwijkingen in het heupgewricht (Epiphysiolysis capitis femoris)

Dit kan zowel eenzijdig als beiderzijds optreden. We onderscheiden 2 beelden: een acute ernstige kreupelheid en een langzamer ontstaande kreupelheid.

De plotselinge heftige kreupelheid wordt vooral na een plotselinge beweging gezien, bijvoorbeeld het overeind komen voor het voeren. Indien de aandoening eenzijdig is, zal het varken het aangetaste been weinig of niet belasten. Een typische stand is dan de plaatsing van de ondervoet van het aangetaste been voor het gezonde been, of zelfs een gekruisd staan. De punt van de klauw zal dan net op de grond rusten.

Is het beiderzijds, dan zal het varken geheel niet meer overeind komen, doch voortdurend blijven zitten. Met de voorbenen zal het dier zich door het hok slepen.

De diagnose kan gesteld worden door passief het heupgewricht te bewegen. Door de hand op het heupgewricht te houden kan gedurende dit bewegen een krepitatie gevoeld worden, welke met behulp van een phonendoscoop ook te horen is. Het passief bewegen is voor het varken zeer pijnlijk. Een lichte sedatie vergemakkelijkt dan ook vaak het onderzoek.

Het ontstaan van ephiphysiolysis kan echter ook geleidelijk gebeuren. Het varken staat dan moeilijk op. In stand worden de benen verder onder het lichaam geplaatst, terwijl het tevens meer naar de mediaallijn wordt gezet. De rug is wat opgebogen in deze stand. Ook nu weer wordt vaak het been alleen via de punt van de klauw belast. Tijdens het lopen wordt het been sneller ontlast, terwijl ook de paslengte verkort is. Hetzelfde beeld, maar dan beiderzijds, wordt gezien wanneer de beide heupgewrichten zijn aangetast. Overkoot gaan kan in dit geval worden waargenomen.

Passief bewegen van het heupgewricht is zeer pijnlijk. Krepitatie is zolang het dier nog loopt niet altijd waar te nemen, daar de femurkop nog niet geheel los behoeft te liggen.

c. Afwijkingen in de hak (Arthrosis deformans tarsi)

Bij de wat zwaardere varkens, vanaf + 80 kg, kunnen verdikkingen aan de voor-

binnenzijde van de hak worden waargenomen. Bij een deel van deze dieren wordt een afwijkende stand van de achterbenen (koehakkigheid of sabelbenigheid) gezien. In stand worden de benen wat onderstandig geplaatst. De dieren komen vaak moeilijk overeind en trippelen direct na het opstaan. Tijdens het lopen kan een stijve gang en/of wisselende kreupelheid worden gezien. De benen worden soms met een hanetred-achtige pas naar voren bewogen. Het bekken maakt een zwaaiende beweging. Na een scherpe draai kunnen de dieren zich vaak moeilijk staande houden. Tijdens het draaien en belasten van het been ziet men de ondervoet duidelijk draaien t.g.v. slapte in de hak. Men kan zich afvragen in hoeverre dit beeld los gezien moet worden van het beschrevene onder a. De afwijking is meestal beiderzijds, terwijl als oorzaak de afwijking in stand wordt aangegeven.

d. Moeilijkheden bij de belasting van één of beide achterbenen (Apophysiolysis tuberis ischiadici)

Dit beeld komt voor bij dieren aan het eind van de mestperiode, opfokdieren en drachtige zeugen (vooral eerste en tweede worp). Is de aandoening eenzijdig dan kan het dier dat been niet onder het lichaam houden. Het been glijdt, zodra het belast wordt, uit naar voren. Zit het dier, dan zal het afwijkende been gestrekt zijn. Zijn beide benen aangetast, dan zal het dier moeilijk of geheel niet overeind komen. Staat het dier, dan zullen de achterbenen schuin naar voren en iets naar buiten onder het lichaam zijn geplaatst. Ook de voorbenen worden wat verder onder het lichaam gezet en de rug is opgebogen. Het dier zal vaak uitglijden en veelvuldig in de hondezithouding zitten. Bestaat de aandoening reeds lang, dan zullen de hammen kaal, wat te rood en afgeplat zijn.

Palpatie van het tuber ischii geeft lang niet altijd de verwachte informatie. Krepitatie en beweging zijn lang niet altijd te voelen. Is de top eenmaal afgebroken, dan wordt deze door de aangehechte spieren snel weggetrokken. De broekspieren zijn dan als een "bobbels" wat laag in de ham te zien.

Wanneer het dier ligt en de afwijking is beiderzijds, zal het plat op de buik liggen met de benen aan weerszijden van de buik gestrekt naar voren.

3. Afwijkingen aan de klauwen

Onvoldoende afslijting en te harde klauwen door een droge omgeving kunnen aanleiding geven tot de volgende afwijkingen:

1. scheuren in de wand van de klauw, beginnend aan de kroonrand of de onderzijde;

2. erosies (o.a. druk erosies met bloedingen) in de bal, de overgang bal-zool en de punt van de klauw;
3. defecten in de witte lijn;
4. erosies in de weke delen achter de bal.

Daarnaast kunnen in de tussen-klauwspleet ontstekingen van de huid en hyperplasie optreden.

Veel van deze beschadigingen geven infecties met *Corynebacterium pyogenes*, Streptococcen, Spirochaeten en *Fusiformis necrophorus* een kans aan te slaan. Hieruit kunnen diepe ontstekingsprocessen ontstaan, welke een arthritis van het klauwgewricht kunnen veroorzaken.

Al deze afwijkingen uiten zich in kreupelheden, waarbij men waarneemt verminderde belasting of een geheel niet belasten van het been in stand. Het been rust dan op de klauwpunt. De paslengte van het aangetaste been is duidelijk verkort.

4. Voorkomen en belang van de afwijkingen

- a. Afwijkende standen van de benen komen veelvuldig voor. Bij een groot deel van de dieren zijn ze echter zodanig dat het dier zich nog voldoende kan voortbewegen en niet al te veel achter blijft in groei.
Bij dekberen kunnen afwijkende standen, zoals bijv. een erg steile stand in hak- en kootgewricht moeilijkheden geven bij de dekking.
- b. Epiphysiolysis capitis femoris komt niet zo heel veel voor. Aantallen zijn niet bekend. De prognose is infaust, in die zin, dat het dier in een groeps-huisvesting niet te handhaven is. Wordt het dier apart gezet in een hok met stro dan zal het na enige tijd wel weer gaan eten en groeien. Men moet zich echter afvragen of dit gezien de pijn waarmee deze afwijking gepaard gaat, aan te raden is.
- c. Arthrosis deformans tarsi. Dit lijkt minder voor te komen als een aantal jaren geleden. De ernst van de afwijking is bepalend voor wat er verder mee gebeurt.
- d. Apophysiolysis tuberis ischiadici wordt vrij veel gezien. Bij een goede verzorging, los in een box met stro, kan men bij vrij veel dieren voorkomen dat het tot een volledig afbreken van het tuber ischiadicum komt. Bij drachtige gelten ziet men na de partus dan klinisch een duidelijke verbetering optreden. Het beeld kan zich bij een tweede dracht herhalen. Begint de afwijking echter vroeg in de dracht dan is decubitus van de huid op de achterzijde van de benen vaak niet te voorkomen, met alle gevolgen van dien.

Wordt de afwijking waargenomen bij opfokdieren, dan is het raadzaam deze niet te laten dekken.

- e. Afwijkingen aan de klauwen komen frequent voor. Meestal zijn de afwijkingen gering en geven ze geen aanleiding tot directe klachten. Afhankelijk van de omgeving, hygiëne enz. zullen infecties meer of minder gemakkelijk aanslaan waarna klachten van kreupelheid zullen ontstaan.

III. PATHOLOGISCHE ANATOMIE

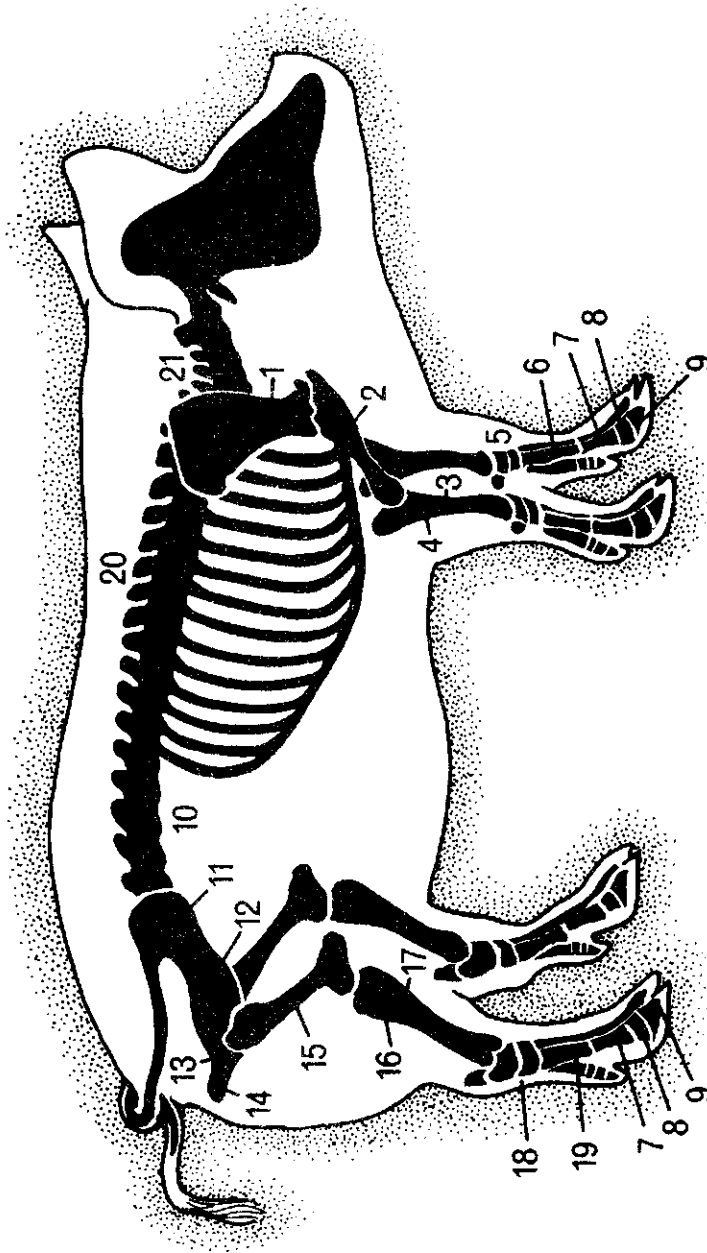
De belangrijkste oorzaken van motiliteitsstoornissen bij varkens zijn aandoeningen aan beenderen en gewrichten. Daarbij kan de volgende indeling der aandoeningen gemaakt worden:

1. Gegeneraliseerde skeletafwijkingen t.g.v. exogene of endogene deficiënties: osteoporose, osteodystrofia fibrosa, rachitis en osteomalacie. Voor zover de mogelijke oorzaken hiervan in de voeding gelegen zijn, wordt verwezen naar het betreffende hoofdstuk van dit rapport. In het algemeen kan gesteld worden dat deze groep aandoeningen geen rol meer spelen bij het huidige probleem van de motiliteitsstoornissen bij varkens in Nederland.
2. Infectieuze arthritiden. Deze ziet men vooral in de vorm van polyarthrititis bij jonge biggen. Ze kunnen door een reeks van infectieuze agentia veroorzaakt worden (Streptococci, E. rhusiopathiae, E. coli, mycoplasmata, Haem. suis, etc.). Bij het ontstaan van infectieuze arthritiden spelen vaak bedrijfshygiënische factoren een grote rol. Via therapeutische en preventieve maatregelen zijn in de regel deze veranderingen tegen te gaan of te voorkomen. In het geval van chroniciteit ontstaan deformerende arthritiden met meestal blijvende kreupelheid. Omtrent het voorkomen van deze (poly)-arthritiden in Nederland zijn geen exacte gegevens bekend.
3. Osteochondropathieën. Hieronder verstaat men de min of meer gegeneraliseerd optredende degeneratieve veranderingen aan de epiphysairschijven en de gewrichtskraakbeenderen met het daaronder gelegen subchondrale been bij oudere mestvarkens en jonge fokvarkens. De laatste 10 à 15 jaar zijn dit de meest voorkomende afwijkingen aan het bewegingsapparaat bij varkens geworden.
4. Ten slotte een groep "overige afwijkingen". Hieronder vallen de incidenteel voorkomende gevallen van motiliteitsstoornissen waarbij de oorzaak zeer verschillend kan zijn en welke zo nu en dan bij individuele dieren kunnen voorkomen. Voorbeelden hiervan zijn: fractures, abcessen in de wervelkolom, osteomyelitiden, tumoren, congenitale afwijkingen aan gewrichten en beenderen, locale periostitiden etc.

Ook worden tot deze groep gerekend de veranderingen aan de klauwen en kroonranden welke tot meer of minder ernstige kreupelheden aanleiding geven. Primair (b.v. MKZ virus, SVD virus, spirochaeten, sfer. necrof.) en secundair (veelal na traumatische beschadigingen) kunnen infectieuze agentia een rol spelen.

Vooral de wijze van huisvesten (vloeren) speelt een rol bij het ontstaan

SKELET VARKEN



1. scapula 2. humerus 3. radius 4. ulna 5. carpaal beentjes
6. metacarpus 7. phalanx I 8. phalanx II 9. phalanx III
10. lumbale wervels 11. ilium 12. pubis 13. ischium 14. tuber ischii 15. femur 16. fibula 17. tibia 18. tarsaal beentjes
19. metatarsus 20. thoracale wervels 21. cervicale wervels.

van klauwafwijkingen. Deze kunnen op zich aanleiding geven tot kreupelheid of sterk praedisponerend werken op het ontstaan of verergeren van de osteochondropathieën.

Osteochondropathieën

De laatste 10 jaar is over dit probleem, speciaal wat betreft de macroscopische en histopathologische veranderingen en de pathogenese, een vrij uitvoerige literatuur verschenen (Bollwahn et al., 1970; Dämmrich, 1970, 1974; Dämmrich et al. 1971, 1973; Grøndalen 1974 A t/m J; Herrmann, 1968, 1972; Meyer et al. 1975; Sabec, 1967, 1974; Schäffer et al. 1973; Thurley, 1967, 1969; Vaughan, 1969, 1971; Verdijk, 1969). Deze literatuur samenvattend, kan men tot onderstaand overzicht komen met betrekking tot de pathologisch-anatomische veranderingen, welke bij deze osteochondropathieën aanwezig kunnen zijn.

Men deelt deze veranderingen als volgt in:

- A. Osteochondrosis - veranderingen in de epiphysairschijven (groeischijven en nabijgelegen metaphysaire been
 - veranderingen in de enchondrale ossificatie van het gewrichtskraakbeen en het daaronder gelegen subchondrale been.
- B. Arthrosis - veranderingen van het gewrichtskraakbeen
- C. Degeneratie van de nucleï pulposi van de tussenwervelschijven

Wat betreft de meest voorkomende lokalisatie van bovenstaande afwijkingen kan men de volgende plaatsen noemen (in afnemende volgorde):

- Epiphysairschijven
 - distale radius en ulna (spaakbeen en ellepijp)
 - proximale femur (dijbeen)
 - proximale humerus (opperarmbeen)
 - tuber ischiadicum (zitbeensknobbel)
- Gewrichten
 - kniegewricht
 - mediale femur condyl
 - ellebooggewricht
 - mediale en laterale humerus condyl en incisura semilunaris
 - boeggewricht
 - caput humeri
 - heupgewricht
 - caput femoris
 - carpaalgewricht
 - gewrichtsvlakte radius en distale carpaal beentjes
 - tarsaalgewricht
 - gewrichtsvlakte tibia mediale en distale tarsaalbeentjes
 - wervelkolomgewricht
 - gewrichtsvlakten van de thoraco-lumbale wervels

Per lokalisatie is het opvallend dat de lesies in vrijwel alle gevallen steeds op eenzelfde plaats aanwezig zijn. Zo is b.v. in het kniegewricht steeds het laterale deel van de mediale femurcondyl aangetast; bij afwijkingen aan de epiphysairschijven van de proximale femur en humerus zijn het vrijwel altijd de laterale gedeelten, etc.

Histologisch zijn er reeds veranderingen aanwezig vanaf een leeftijd waarop de biggen 20 à 30 kg wegen. Macroscopisch kan men de veranderingen waarnemen vanaf een leeftijd waarop de varkens \pm 50 kg wegen. Bij één varken vindt men in de regel tegelijkertijd veranderingen in verschillende gewrichten en in de epiphysairschijven, meestal zijn de lesies symmetrisch aanwezig.

ad A. Osteochondrosis

Bij de afwijkingen aan de distale epiphysairschijf van de ulna ziet men, na een longitudinale zaagsnede gemaakt te hebben door het been, macroscopisch vooral een onregelmatige en meestal diffuus of lokaal verbrede epiphysairschijf, daarnaast kan men door een onregelmatige beenafgroei veranderingen in de metaphyse waarnemen. De mediale zijde van de distale ulna is meer en ernstiger aangetast dan de laterale. Microscopisch ziet men overwegend regressieve veranderingen in de vorm van fibrillendemaske-ring, fissuren, nekrose, groei- en ossificatiestoornissen in het kraakbeen en de daaronder gelegen primaire en secundaire spongiosa. In oudere gevallen ziet men daarnaast ook progressieve veranderingen in de vorm van kraakbeencelproliferatie, fibrosering en verstrekte beenvorming. Bij de afwijkingen aan de epiphysairschijven van de proximale humerus en femur en die van de tuber ischiadicum ziet men een meer of minder overeenkomstig beeld, waarbij dan extra opvalt dat de veranderingen in de epiphysairschijven van de humerus en femurkop vooral aan de laterale zijde het meest uitgesproken zijn. Het gevolg hiervan is een afplatting van de femur en humeruskop en een dorsolateraal afglijden van deze capita. In enkele gevallen, waarbij vaak plotseling optredende uitwendige traumata een rol spelen, kan het dan in deze destructief veranderde epiphysairschijven tot partiële of totale epiphysiolysis komen. Deze loslating van de epiphyse respectievelijk apophyse ziet men vooral in de proximale femur en het os ischii optreden en men spreekt dan van respectievelijk epiphysiolosis capitis femoris en apophysiolysis tuberis ischiadici. De eerste afwijking ziet men zowel bij oudere mestvarkens als bij jongere fokvarkens, de laatste vooral bij jonge fokvarkens optreden. In de overige epiphysairschijven van het skelet vindt men in de regel veel

minder frequent veranderingen, welke dan tevens ook veel minder ernstig zijn.

De veranderingen in de overgangen van gewrichtskraakbeen en subchondrale been, welke men ook tot de osteochondrosis rekent, zullen samen besproken worden met de veranderingen in het gewrichtskraakbeen, welke laatste men met de term arthrosis aanduidt.

ad B. Arthrosis

Macroscopisch ziet men in de humeruskop bij geringe afwijkingen vooral aan de dorsale zijde atrofie en indeukingen van het gewrichtskraakbeen, in ernstiger gevallen ook kraakbeen lesies in de vorm van usuren en fissuren, welke zich soms ook tot het mediane gedeelte van de kop kunnen uitbreiden.

In het ellebooggewricht zijn de arthrotische veranderingen vooral aan de laterale en mediale humerus condyl en de semilunairgroeve van de proximale ulna aanwezig. Vooral in de vorm van atrofie, usuren, fissuren, kraakbeen- en beenwoekeringen. De synoviaalgroeven zijn vrijwel altijd zeer sterk verbreed en verdiept. In de gewrichtsvlakte van de proximale radius zijn invaginaties en defecten altijd op een typische plaats aanwezig. Aan de gewrichtsvlakten van de distale radius en distale tibia ziet men vooral invaginaties van kraakbeen, daarnaast kunnen ook defecten aanwezig zijn.

In geval de mediale en distale tarsaalbeentjes arthrotisch veranderd zijn kan dit leiden tot een zgn. arthrosis deformans tarsi. Deze afwijking, welke 5 à 10 jaar geleden frequenter voorkwam dan nu, werd vroeger als apart ziektebeeld bestempeld. Tegenwoordig beschouwt men deze veranderingen als onderdeel van de gegeneraliseerde osteochondropathieën.

Aan de femurkop ziet men vooral lokale atrofie van het gewrichtskraakbeen (vnl. in de richting van de trochanter).

In het kniegewricht zijn het vooral de laterale vlakten van de mediale condylen die zijn aangetast. Beginnend in de vorm van vooral afplatting van de condyl, gevolgd door fissuren, fragmentaties, invaginaties en kraakbeenproliferaties (op sagittale doorsnede van deze gebieden kan men tevens veranderingen in het er onder gelegen subchondrale been waarnemen in de vorm van lokale osteoporose, kraakbeeneilandjes, cystevorming en lokale sklerose).

Microscopisch kan men in het gewrichtskraakbeen en het er onder gelegen subchondrale been, afhankelijk van de ernst en de uitbreiding, in al deze

veranderde gewrichtsvlakten het volgende waarnemen. Altijd zijn er veranderingen in de kraakbenige grondsubstantie: fibrillen demaskering en vacuolaire of fibrillaire structuur. Daarnaast degeneratieve veranderingen aan de chondrocyten. In vele gevallen heeft dit geleid tot atrofie, loodrechte en dwarse fissuren en usuur. Tevens een stoornis in de normale rijping en proliferatie van de kraakbeencellen met als gevolg een gestoorde enchondrale ossificatie in de vorm van vertraagde opening van de kraakbeencellen en uitgestelde of verminderde vorming van kraakbeen richtingpijlers.

Vaak treft men ook lokale proliferaties van chondrocyten aan (broedkapsels). In het subchondrale been een sterk wisselende hoeveelheid beentrabekels, soms heel gering in aantal en soms juist een sterke toename. Daarnaast ook fibrosering van het merg, trabekel fractures, cystevorming, versterkte osteoclasie en of osteogenese. Soms ook zijn er vaatveranderingen aanwezig in de vorm van vooral mediahyperplasie.

ad C. De degeneratieve veranderingen in de tussenwervelschijven ziet men vooral in de thoraco-lumbale overgangsgebied. De nucleus pulposus en het daartegenaan gelegen deel van de annulus fibrosus zijn in de regel aangetast. Zelden leidt dit echter tot een complete of incomplete hernia.

Wat betreft de pathogenese van de osteochondropathieën kan men zeer globaal het volgende schema hanteren.

Regressieve veranderingen in het gewrichtskraakbeen:

- a) stoornissen in de diffusie van de grondsubstantie:
 - korrelige, vacuolaire structuur
 - fibrillaire structuur
 - gevolgen: fissuren, nekrose en usuren
- b) veranderingen in de chondrocyten
 - degeneratie en nekrose
 - abnormale vorming van grondsubstantie
 - gevolgen: zwelling, uiteenrafeling, nekrose en usuren
 - gestoorde proliferatie en rijping van de chondrocyten
 - gevolgen: atrofie en hypoplasie van gewrichtskraakbeen
 - onvoldoende enchondrale ossificatie
 - afplatting van het gewrichtskraakbeen

Progressieve veranderingen in het gewrichtskraakbeen

- regeneratie van gewrichtskraakbeen
- vorming van "broedkapsels"
- vorming van chondroblasteem

Regressieve en progressieve veranderingen in het subchondrale been:

- fracturen van kraakbeenrichtingpijlers en beentrabekels
gevolgen: fibrosering van het merg
osteoclasie
ineenzakken van bovenliggend gewrichtskraakbeen
- versterkte beennieuwvorming (osteosclerose)
- vaatveranderingen
gevolgen: aseptische nekrose van merg en beentrabekels.

Bovenstaand schema geldt in grote trekken ook voor de verandering in het kraakbeen van de epiphysairschijven en het nabijgelegen metaphysaire been.

IV. ETIOLOGIE

Veel minder duidelijk dan de pathogenese is de etiologie van de osteochondropathieën. Vele etiologische factoren zijn er in de literatuur gesuggereerd. Globaal kunnen deze worden ingedeeld in genetische-, huisvestings- en voeding-aspecten, die achtereenvolgens in het kader van dit hoofdstuk worden behandeld.

A. Genetische aspecten

- Rasverschillen

Diverse publikaties vermelden dat er verschillen in frequentie van het klinisch voorkomen van beengebreeken werden waargenomen tussen rassen of lijnen c.q. nakomelingengroepen.

Verdijk (1969) nam zowel bij fok- als mestvarkens naar verhouding meer beengebreeken waar bij dieren van het NL- dan bij dieren van het GY-ras. Bij NL-varkens van een gewicht van 95-110 kg werden bij 58% van de dieren reeds beginnende verschijnselen van arthrosis van de gewrichtsvlakten van de tarsus vastgesteld. Bij één jaar oude fokdieren van hetzelfde ras bleek dit percentage reeds gestegen te zijn tot 85%. Tussen nakomelingengroepen NL-mestvarkens van vijf verschillende beren werden duidelijke verschillen gevonden in het percentage dieren met arthrose van het tarsaalgewricht. Het verschil tussen de groep met het laagste en hoogste percentage bedroeg 40%. Opgemerkt dient te worden dat bedoelde arthrosis deformans van het tarsaalgewricht vroeger als een opzichzelfstaande aandoening gezien werd, terwijl het tegenwoordig - als uiteengezet in hoofdstuk III - meer beschouwd wordt als behorend tot een meer gegeneraliseerd voorkomende osteochondropathie.

Zowel de door Verdijk (1969) gesignaleerde verschillen in frequentie van voorkomen van beengebreeken tussen de rassen als binnen het NL-ras tussen nakomelingengroepen van bepaalde beren, lijken bevestigd te worden door de ervaringen opgedaan bij de in recente jaren uitgevoerde beenwerkbeoordelingen op de selectiemesterijen in Nederland.

Ook Gröndalen (1974) vond bij patholoog-anatomisch onderzoek eveneens significant meer en ernstiger afwijkingen bij varkens van het (Noorse) Landras dan bij GY-dieren. De grootste verschillen tussen de rassen werden gevonden in de arthrose van de intervertebraal gewrichten en arthrose c.q. osteochondrosis van de mediale condyl van de femur.

Bij patholoog-anatomisch onderzoek van de dieren van de 4e - 6e generatie van drie verschillende lijnen van het Noorse Landvarken (1. selectielijn op dun rugspek en snelle groei; 2. selectielijn op dik rugspek en langzame groei; 3. con-

trolelijn, geen selectie) werden met name de beide eerder genoemde afwijkingen vaker aangetroffen bij slachtvarkens van de lijn waarin geselecteerd werd op dun rugspek en snelle groei. Ook de ernst der aandoening was bij deze varkens groter (Gröndalen, 1974).

Volgens Gröndalen (1974) zijn beren gevoeliger dan zeugen voor arthrose van de intervertebraal gewrichten.

Dämmrich en Unshelm (1972) onderzochten van een vijftal rassen (Göttinger Miniaturschwein, Mangalica, Piétrain, Deutsche Landrasse en Weideschwein) op een leeftijd van gemiddeld 205 dagen (ad. lib. voeding) morfologisch en histologisch de skeletontwikkeling aan het os femur. Bij het Landras werden het meest frequent afwijkingen aan de mediale femurcondyl (60% van de dieren) en veranderingen in de epiphysairschijf (95% van de dieren) waargenomen.

Volgens de auteurs zouden de veranderingen in de epiphysairschijf samenhangen met de bij dit ras relatief vaker voorkomende meer naar mediaal overstekende femurkop. De auteurs stellen dat de snelle gewrichtstoename, door selectie op een hoger vleesvormend vermogen, niet in overeenstemming is met het relatief onderontwikkelde skelet van deze dieren. Ook onderzoek met verschillende voederniveau's (Dämmrich et al., 1975) wees op een onvoldoende aanpassing van het skelet aan de zwaardere belasting.

Deze hypothese omtrent de etiologie komt men veelvuldig tegen, vooral in de Duitse literatuur. Hierbij zij opgemerkt dat het verband tussen vleeshoeveelheid en groei enerzijds en beenzwakte anderzijds niet causaal behoeft te zijn. Er kan b.v. ook sprake zijn van rasverschillen als primaire oorzaak, verschillen tussen rassen in bijvoorbeeld belastingen in de gewrichten of de snelheid van de ontwikkeling van het skelet. De Nederlandse GY die gemiddeld sneller groeit dan het Nederlandse Landvarken heeft niettemin, zoals reeds gesteld, minder last van beengebreeken.

Produktievergelijkingen tussen aangetaste en niet-aangetaste dieren binnen één ras kunnen wellicht meer duidelijkheid in deze verschaffen.

- Relatie met produktiekenmerken

Pfleiderer (1973) vond in Duitsland bij selectiemesterij dieren met beenzwakte in de achterhand, een vermindering van de dagelijkse groei van 38 gram en een toename van de voederconversie. Lampo en Michels (1974) vonden in België een groeiverschil van 30 gram per dag ten nadele van de dieren met beenzwakte en een 39 gram hoger voederverbruik per kg groei.

Eerder al hadden Teuscher et al (1972) reeds meer gedetailleerd bij selectie-

mesterijvarkens de relatie tussen klinische beenzwakte (beoordeeld in stand en gang) en produktiekenmerken onderzocht. De dieren die later beenzwakte vertoonden waren op 28 dagen gemiddeld zwaarder terwijl ook de groei tot 60 kg gemiddeld hoger, doch na 60 kg gemiddeld lager was in vergelijking met de dieren zonder beenzwakte. De auteurs verklaren dit uit het feit dat na 60 kg in het algemeen de locomotiestoornissen ontstonden. Over de gehele mestperiode was de gemiddelde groei per dag van dieren met beenzwakte 27 gram lager en de voederconversie 0,07 hoger dan van dieren zonder beengebreen.

Veel minder duidelijke verschillen in produktie-eigenschappen werden door Ogink (1975) waargenomen bij een analyse van Nederlandse selectiemesterijgegevens van 750 NL- en GY-beren. Hij concludeerde dat een strenge selectie op mest- en slachteigenschappen slechts een geringe invloed op de kwaliteit van het beenwerk had.

Ten aanzien van de slachtkwaliteit vonden Teuscher et al. (1972) echter dat dieren met beenzwakte een significant hoger gewicht van de waardevolle deelstukken (ham en karbonade) alsook een groter oppervlak van de longissimus spier op dwarsdoorsnede en geringere rug- en zijspekdicke bezaten dan de dieren zonder beenzwakte. Ook vlees/vet verhoudingen verschilden significant voor beide groepen dieren ten gunste van de dieren met beenzwakte.

De in vroegere Duitse literatuur gevonden hogere frequentie van voorkomen van beengebreen onder varkens van het Hollandse Landras in vergelijking met het Duitse Landras, is behalve met de eerder genoemde betere produktiekenmerken ook in verband gebracht met de grotere romplengte (Schilling, 1958; Sabec, 1960; Lauprecht et al., 1967). Grünhagen et al. (1970), Teuscher et al. (1972) en Ogink (1975) konden echter geen verband aantonen tussen lichaamslengte en het optreden van beengebreen.

Samenvattend kan gesteld worden dat het verband tussen produktie-eigenschappen en het optreden van beengebreen nader onderzoek behoeft. Behalve mogelijke rasverschillen c.q. verschillen in houderijsystemen speelt hierbij ongetwijfeld de betekenis van de in de diverse studies gehanteerde subjectieve klinische beenwerkbeoordeling een rol. Een hernieuwd inventariserend gericht onderzoek waarbij ook post-mortaal op patholoog-anatomische afwijkingen wordt onderzocht, lijkt derhalve zinvol.

De resultaten van Teuscher et al. (1972) suggereren in feite dat er een relatie zou bestaan tussen het optreden van beengebreen enerzijds en het type (vroegrijp, bespierd) anderzijds. Ook bij stressgevoeligheid en afwijkende vleeskwaliiteit bestaat er een dergelijk verband. Het lijkt daarom van belang in hernieuwd onderzoek de vraag te betrekken in hoeverre het stressgevoelige

type varken gevoeliger is voor het optreden van beengebreeken. Vroegere onderzoeken konden een direct verband niet aantonen (Weiss et al., 1972). Nu de diagnostiek ten aanzien van de stressgevoeligheid is vereenvoudigd en verbeterd door de invoering van de halothanetest, verdient het aanbeveling de diverse relaties opnieuw in onderzoek te nemen en te inventariseren. Mede op deze wijze zou nader inzicht kunnen worden verkregen in de details in juist het samenspel tussen spier- en skeletontwikkelingen die mogelijk aanleiding zouden geven tot motiliteitsstoornissen. Zo is het bijvoorbeeld denkbaar dat de hypertonie van de spier die aanwezig lijkt te zijn bij stressgevoelige dieren (Campion et al., 1974) bij afwijkingen in de epiphysairlijn eerder aanleiding geeft tot epiphysiolysis.

Zoals in de inleiding reeds gesteld kunnen ook op zichzelf staande spieraandoeningen echter aanleiding geven tot motiliteitsstoornissen. Bij de acute rugspiernekrose (Carrez-ziekte) die zeer nauw verbonden is met de gevoeligheid voor stress en afwijkende vleeskwaliiteit, is dit klinisch wel zeer duidelijk. Bij "splay-leg" (spreidpoten) bij biggen is er sprake van een myofibrillaire hypoplasie. Onbekend is of deze biggen later ook gevoeliger zijn voor beenzwakte. Bij het "asymetric hind quarter syndrome" (AHQS) treedt er een postnatale eenzijdige atrophie van onbekende etiologie op. Voor genoemde spieraandoeningen zijn er aanwijzingen in de literatuur voor een erfelijke achtergrond (Thurley et al., 1967; Bickhardt et al., 1972; Done et al., 1975).

- Selectie en kruising

Door diverse onderzoekers zijn schattingen gemaakt van de genetische variatie voor beenzwakte. In Engeland (Smith, 1966) werd een erfelijkheidsgraad (h^2) van 0,0 - 0,25, in België (Lampo en Michels, 1974) van 0,075 en in Duitsland van 0,18 - 0,22 (Pfleiderer, 1973) en 0,5 - 0,6 (Teuscher et al., 1972) voor beenzwakte berekend. Teuscher et al. (1972) voerden zelf oorzaken aan waarom hun schatting van de erfelijkheidsgraad waarschijnlijk te hoog is.

Ondanks de relatief lage erfelijkheidsgraden die gevonden zijn, bevelen talrijke auteurs een strenge selectie tegen slecht beenwerk aan (Pfleiderer, 1973; Teuscher et al., 1972; Gröndalen, 1974 en anderen). Er zijn geen meldingen in de literatuur van de resultaten die men daarmee behaald heeft. Enkele Nederlandse fokkerij-instellingen zouden echter duidelijk succes geboekt hebben met een strenge selectie op goed beenwerk (persoonlijke mededelingen). De dieren werden daarbij streng aangepakt door ze tijdens de eigenprestatietoets op roostervloeren te huisvesten. Verwacht mag worden dat in een dergelijk selectiemilieu latent aanwezige beengebreeken sneller manifest worden, hetgeen de kli-

nische beoordeling waarschijnlijk zal vergemakkelijken. In de praktijk is dan ook de mening te beluisteren dat een opfok op de volledige roostervloer te verkiezen is opdat vroegtijdige selectie op beenwerk kan plaatsvinden. De uitval als produktiezeug is dan bovendien aanzienlijk minder.

Niettemin is het duidelijk dat een goed, betrouwbaar, relevant en uniform beoordelingssysteem voor het evalueren van het beenwerk van het levende dier in gang en stand, een eerste vereiste is wil een dergelijke selectie zinvol zijn. Daarnaast is het wenselijk dat er duidelijker aanbevelingen komen voor het selectiemilieu (gewicht, huisvesting etc.).

Behalve door selectie mag, gezien de reeds eerder genoemde verschillen tussen het GY- en NL-ras, verbetering van het beenwerk verwacht worden bij gekruiste dieren t.o.v. zuivere NL's. Ook praktijkindrukken wijzen in deze richting. In de IVO-kruisingsproeven varieerde het percentage uitval bij de F₁-zeugen van 11,5 - 15,7% en bij de zuivere NL-zeugen van 16,5 - 23,7%. Alhoewel het percentage dieren in de proef dat vanwege beengebreeken werd opgeruimd voor beide genotypen 18% bedroeg (v.d. Pas et al., 1974) wijzen praktijkindrukken wel in deze richting. Het lijkt dan ook van belang beengebreekenonderzoek te betrekken bij voortgezet onderzoek op het gebied van kruisingen (Regionaal Proefbedrijf te Sterksel; IVO "Schoonoord" te Zeist).

B. Huisvestings- en verzorgingsaspecten

De rol die de huisvesting speelt t.a.v. het optreden van beengebreeken kan in een aantal onderdelen gesplitst worden.

- Vloerconstructies

In de praktijk wordt veelal vermeld dat door het in gebruik nemen van roostervloeren het aantal beengebreeken is toegenomen. Rieger et al. (1972) vonden dat vier keer zoveel dieren beengebreeken vertoonden op volledige roostervloeren dan op halfroostervloeren.

Volgens Fritschen (1972) waren er meer beschadigingen van de klauwen naarmate het percentage roosters in de vloer toenam. Dezelfde onderzoeker (1975) onderzocht de invloed van verschillende roostervloeren op klauwbeschadigingen. Een toenemend aantal klauwbeschadigingen werd aangetroffen in de volgende volgorde van roostervloeren:

1. 50% "kunststof" roosters + 50% betonroosters.
2. 100% "kunststof" roosters.
3. 50% betonroosters + 50% beton.
4. 100% stalen roosters.
5. 100% aluminium roosters.

De auteur hecht veel waarde aan de veerkracht van de vloer terwijl de schurende werking hiervan eveneens belangrijk zou zijn.

Baumann en Wissner (1972) vonden bij het vergelijken van diverse roostervloeren dat de met PVC omhulde roostervloeren van staal, polyethyleen en hout ongunstiger uitkwamen dan roostervloeren van gietijzer en beton met polyester lagen. Het verschil zou vooral veroorzaakt worden door de gladheid.

Op het varkensproefbedrijf te Sterksel (proefverslag nr. 2) werden drie staltypen vergeleken nl.: volledige roostervloer, deens met roosters in de mestgang en deens met gebruikmaking van stro (dichte vloer). Er werden geen verschillen in de mate van beengebreen geconstateerd. De beoordeeling was gebaseerd op een eenmalige waarneming van de beenstand en de sterkte van het beenwerk aan het einde van de mestperiode.

Het individueel huisvesten van mestvarkens in boxen van 130 x 40 cm met een hard houten lattenbodem en een spleetbreedte van 2 cm gaf in een proef op het varkensproefbedrijf te Raalte t.o.v. groepshuisvesting zonder roostervloeren en met stro t.a.v. de beenwerkbeoordeling aan het einde van de mestperiode een gering verschil ten nadele van de individuele boxen. Dit werd veroorzaakt doordat de roosters vrij glad waren. Na een behandeling van de roosters met een kunsthars en zilverzand deden zich geen bijzondere moeilijkheden meer voor. (proefverslag nr. 4, Raalte).

Farland (1970) vond een hoog percentage uitval door beenafwijkingen op ruwe beton vloeren.

In de volgende tabel is een overzicht gegeven van de relatie huisvesting en beengebreen (Tuinte 1971).

Percentages uitgevallen zeugen bij diverse huisvestingssystemen (Tuinte, 1971).

	<u>totaal</u> <u>motilit.</u>	<u>beengebreen</u>	<u>kruislaam</u>	<u>ontsteking</u>	<u>ongeluk</u>
ligbox rooster uitloop	7,75	7,10	0,26	-	0,39
ligbox rooster geen uitloop	4,04	3,08	0,55	0,41	-
ligbox aangeb. geen stro	3,08	1,42	1,04	-	0,26
groepen met uitloop	2,99	0,91	0,52	0,52	1,04
groepen geen uitloop	1,58	0,79	-	0,79	-
ligbox aangeb. met stro	2,57	1,93	-	-	0,64

Uit deze gegevens blijkt bij ligboxen met uitloop een relatief hoog percentage zeugen met beengebreeken werd opgeruimd.

Uit een enquête gehouden op een aantal varkensbedrijven met fokzeugen in Gelderland komt Straat (1971) tot de conclusie dat eikehoutenbalken minder goed zijn dan betonnen roosters omdat de eerste vaak gladder zijn, krom trekken en gevaarlijke splinters vertonen.

Huybers en Stams (1976) vonden in hun onderzoek naar de oorzaken van beengebreeken bij fokvarkens dat de reinheid op de probleembedrijven ongunstiger was dan op de niet-probleembedrijven. De varkens gleden er door de gladdere vloer meer uit. De reinheid had betrekking op een al of niet natte of met mest bevulde lig- en/of mestgang. Een ongunstig stalklimaat heeft eveneens een negatieve invloed.

Stevens (1973) constateerde meer beenafwijkingen op roostervloeren dan op niet roostervloeren. Drempels die hoger waren dan twee en breder dan acht cm en strokeringen die hoger dan vijf en breder dan twee cm waren gaf bij groepshuisvesting op betonvloer duidelijk meer kreupele zeugen. Bij groepshuisvesting op gedeeltelijk roostervloer werd echter geen verschil in het aantal kreupele zeugen waargenomen.

De eerste fase van een proef op het varkensproefbedrijf te Raalte "Individuele huisvesting in ligboxen t.o.v. groepshuisvesting zonder roosters met weidegang" geeft als voorlopig resultaat dat de uitval wegens beengebreeken vòòr de eerste worp bij individuele huisvesting in ligboxen veel hoger was dan bij groepshuisvesting met weidegang nl. 36% t.o.v. 11%. Het verschil in uitvalpercentage tussen beide groepen in de periode tussen de eerste en de tweede worp was veel kleiner nl. 29% t.o.v. 22%. Tussen de tweede en derde worp was de uitval wegens beengebreeken juist voor de groep met weidegang veel hoger nl. 0 t.o.v. 50%. De ervaring op het varkensproefbedrijf te Raalte is dat opfokzeugen die op roostervloeren worden geplaatst nadat ze tot dekrijpe leeftijd weidegang kregen, veel uitval wegens beengebreeken te zien geven.

Nieuwe roosters zouden door de scherpe randen meer beengebreeken veroorzaken. Volgens het standaardisatieblad uitgegeven door de Bond van Fabrikanten van Betonwaren in Nederland moeten de zij- en onderkanten glad en dicht en de bovenzijde iets ruw zijn. De scherpe bramen aan de bovenzijde moeten verwijderd zijn. In hoeverre hier inderdaad ook aandacht aan geschonken wordt is niet bekend.

De balkbreedte die in de praktijk goed voldoet is 6 à 10 cm bij een spleetbreedte van 2,0 - 2,3 cm (Huybers en Stams, 1976; Straat, 1971). Er wordt vaak vermeld dat wanneer biggen te vroeg op roostervloeren worden geplaatst de klauwen beklemd raken. Momenteel is de spleetbreedte gestandaardiseerd met een tolerantie van ± 2 mm.

Prange (1972) en Prange et al. (1970, 1972) hebben veel aandacht besteed aan de relatie vloerconstructie-beengebreen.

Zij vonden dat bij biggen van 10-35 kg een volledig roostervloer meer pootbeschadigingen teweeg bracht in vergelijking met een half roostervloer. Bij mestvarkens was dat eveneens het geval. Bij zeugen kwamen nogal wat fractures voor op polyethyleen vloeren als gevolg van de gladheid. Er traden vooral klauwbeschadigingen op bij staalroosters omgeven door PVC. De conclusie van Prange et al. is dat op volledige roostervloeren meer en ernstiger pootbeschadigingen optreden dan op halfrooster- en dichte vloeren.

Er zou volgens Prange meer aandacht geschonken moeten worden aan de vloeren en gelet worden op de volgende punten.

- Tredzekerheid en glijvastheid.
- Optimale verhouding tussen balk- en spleetbreedte bij maximaal vast oppervlak.
- Spleten die goede reiniging van de stal mogelijk maken.
- Geen scherpe randen van de roosters, die horizontaal en vast moeten liggen.
- Reinheid en droge stallen.
- Elasticiteit van het materiaal.
- Normale slijtage van de klauwen.

- Beweging

Melrose (1967), Weiss (1973), Elliot (1973) en Teuscher (1973) constateerden dat bij individueel gehuisveste dieren vaker beengebreen voorkwam dan bij groepsgehuisveste dieren. Waarschijnlijk is de ruimte voor de individueel gehuisveste dieren om in het hok te kunnen draaien zodanig dat de gewrichten extra belast worden, hetgeen aanleiding zou kunnen zijn voor meer beengebreen.

Gröndalen (1974) vond dat dieren die drie keer per week 20 minuten lang gedwongen werden te lopen een zekerder voortbeweging hadden dan varkens die geen extra beweging kregen. Bij het Noorse Landvarken was dit duidelijker dan bij de GY. De mate van gewrichtslaesies werd echter niet beïnvloed.

Weiss et al. (1975) lieten gedurende de mestperiode de varkens 5 dagen per week gedurende 1 uur per dag op een tredmolen lopen en vonden dat de beensterkte van het 3^e en 4^e metatarsaalbot hoger lag bij de geoefende dan bij de niet-geoefende groep. In hoeverre dit in verband gebracht kan worden met beengebreeken is niet bekend.

Bäckström (1973) vond bij fokzeugen (geen eerste worpszeugen) de volgende resultaten bij wel en geen extra-beweging (uitloop op een weide).

Percentage beengebreeken bij diverse huisvestingssystemen tijdens de dracht (Bäckström, 1973)

	Extra beweging		Geen extra beweging	
	vrij in het hok	in een box	vrij in het hok	gehuisvest in een box
aantal dieren (<10 zeugen per bedrijf)	898	101	652	147
% beengebreeken	1,9	2,0	3,9	9,5
aantal dieren (>10 zeugen per bedrijf)	1415	532	541	1351
% beengebreeken	1,0	1,5	2,4	2,3

Hieruit blijkt dat bij zeugen die geen extra beweging kregen meer beengebreeken voorkwamen dan bij de dieren die wel extra beweging kregen.

Uit het eerder genoemde onderzoek van Tuinte (1971) blijkt dat uitlopen voor fokzeugen in het algemeen meer uitval t.g.v. beengebreeken geven dan wanneer er geen uitloop aanwezig is. Huybers en Stams (1976) geven daarentegen aan dat weidegang gunstig zou werken. Stevens vond bij zeugen die wel of geen weidegang hadden geen verschil in de mate waarin beengebreeken voorkwamen. Vaughan (1971) vond echter minder beengebreeken bij weidegang, bovendien trad er een verbetering op bij weidegang.

Pfleiderer (1973) merkte op dat bij trogvoeding meer beengebreeken optraden dan bij automatische voeding. Hij veronderstelde dat dit door de geringe beweging van de dieren bij de trogvoeding veroorzaakt werd.

- De invloed van strooisel

Men hoort veelal dat strooisel t.a.v. beengebreeken een gunstige werking heeft (Penny et al., 1965; Verdijk, 1969; Brands en Kuipers, 1971; Smith en Robertson,

1971). Stevens (1973) vond echter geen positieve invloed van gestrooide ligruimten op beengebreeken bij fokzeugen.

In onderstaande tabel is de invloed van het gebruik van stro op leg weakness weergegeven. Hierbij moet echter opgemerkt worden dat er maar een beperkt aantal dieren in deze proef betrokken waren.

Invloed van strogebruik op leg weakness bij mestvarkens. Verdijk (1969).

	leg weakness			
	aantal dieren	ernstig	matig	geen
weinig stro	35	11	7	15
veel stro	35	2	8	25

Zoals eerder bij vloerconstructies al werd vermeld vond men op het varkensproefbedrijf te Sterksel geen positieve invloed van stro t.o.v. de andere huisvestingssystemen bij mestvarkens. Niettemin wordt ook in de praktijk veelal waargenomen dat de ernst der symptomen vermindert wanneer de dieren op stro geplaatst worden.

Een meer diepgaande analyse van het voorkomen van beengebreeken bij verschillende (Nederlandse) huisvestingssystemen lijkt wenselijk. Integratie van dit inventariserend gerichte onderzoek in het lopende huisvestingsonderzoek bij varkens, lijkt zeer wel mogelijk.

C. Voedingsaspecten

De snellere groei en het eerder slachtrijs worden van de hedendaagse slachtvarkens wordt door veel onderzoekers gezien als één van de oorzaken van beengebreeken. Er zou geen parallelliteit bestaan tussen de aanzet van de zachte en harde weefsels.

Zimmerman (1956) kwam na een onderzoek van de femurs van varkens van verschillende rassen tot de conclusie dat het compacte bot bij NL-dieren van 110 kg het laagste stadium van skeletrijping vertoonde.

- Voerniveau

Dämmrich et al. (1975) voerden varkens ad lib en 35% onder ad lib. Op een leeftijd van 205 dagen wogen de "ad lib" varkens 125 kg en was de romplengte 105,1 cm, bij de andere groep dieren was dat respectievelijk 72 kg en 92,3 cm. De femurlengte was bij de "ad lib" dieren ook groter, maar verder was er geen verschil tussen de parameters t.a.v. de skeletrijping. Er had geen aanpassing

plaatsgevonden van het skelet van de zwaardere belasting. Toch vonden zij bij beide groepen afwijkingen aan de gewrichten die bij de ad lib dieren soms iets meer voorkwamen en vaak ernstiger waren.

Vaughan (1971) meldde dat vooral op bedrijven waar het voederniveau en de hygiëne goed waren en waar een goede groei werd gehaald, meer beengebreeken voorkwamen dan op bedrijven waar de omstandigheden niet zo gunstig waren. Werd het voederniveau beperkt dan was er een afname van het aantal dieren met beengebreeken. Soortgelijke waarnemingen deden Walker et al. (1962) en Thurley (1967). Werden er verschillende voerniveaus bij het Noorse Landvarkenras aangelegd dan werden geen verschillen gevonden in het aantal beengebreeken (Gröndalen, 1974). Wel werd dan een duidelijke invloed waargenomen op de vorm van de femur, waarschijnlijk door een effect op de enchondrale ossificatie. Bij een hoog voerniveau openbaarden de beengebreeken zich op jongere leeftijd dan bij een laag voerniveau.

Roth en Kirchgessner (1975) namen vooral beengebreeken waar bij mestvarkens (Duitse Landvarken) die ad lib gevoerd werden. Bij beperkt gevoerde dieren was dat veel minder het geval. Schneider (1974) constateerde bij ad lib voeding bij individuele gevoerde mestvarkens aanzienlijk meer beengebreeken (5% kon niet meer staan) dan bij beperkte voeding; bij groepsvoeding, waarbij ook ad lib gevoerd werd, lag het aantal beengebreeken tussen dat van de individueel beperkte en individueel ad lib gevoerde dieren in. Bij fokzeugen werd op de regionale varkensproefbedrijven eveneens meer uitval door beengebreeken waargenomen bij een hoog voerniveau.

Samenvattend:

In het algemeen kan men bij een hoog voerniveau eerder en ernstiger beengebreeken verwachten dan bij beperkte voeding.

Calcium, Phosphor en vitamine D

In de ARC tabel van 1967 worden de volgende gehalten in de ds van mestvarkensvoer voorgeschreven.

	<u>% Ca</u>	<u>% P</u>	<u>groei/dag</u>	<u>vitamine D</u>
25 kg	0,90	0,88	0,55	230 IE/kg ds
45 kg	0,81	0,58	0,78	230 IE/kg ds
90 kg	0,67	0,42	0,79	230 IE/kg ds

De Amerikaanse NRC tabel (1964) geeft de volgende waarden.

	<u>Ca</u>	<u>P</u>	<u>groei/dag</u>	<u>vitamine D</u>
23 - 34 kg	0,75	0,57	0,45	100 IE/kg ds
34 - 100 kg	0,57	0,46	0,77	66 IE/kg ds

In een recent verschenen uitvoerig literatuuroverzicht (Rapport Mineralen in krachtvoer in relatie tot bemesting en milieu) wordt de conclusie getrokken dat 0,55% P in de ds bij een EW van 1,00 voldoende is voor mestvarkens voor een optimale groei en voederconversie. Bij zeer snel groeiende dieren kan overwogen worden 0,60% P aan te houden. De meest gewenste Ca/P verhouding is 1,2 à 1,3 : 1. Uit de geraadpleegde literatuur bleek dat bij 0,40% P in het voer in enkele gevallen (Bayley et al., 1969; Cromwell et al., 1970) varkens voorkwamen met loopmoeilijkheden. Bij diverse Ca/P-verhoudingen in het voer geven extreme verhoudingen (lager dan 0,50 en hoger als 3,0) eerder aanleiding tot loopmoeilijkheden (Doige et al., 1975; Nielsen et al., 1971; Poppe et al., 1973). Volgens Van Kempen et al. (1976) is 0,5% totaal Phosphor in het voer (dat is 0,57% P in de ds) voor mestvarkens voldoende voor optimale groei en voederconversie. De specifieke weerstand van het bot was echter het gunstigst bij 0,6% Phosphor in het voer.

Van der Kerk (1974) verhoogde het Ca en P-gehalte in het mestvarkensvoer van 0,8% Ca en 0,65% P naar 1,0% Ca en 1,0% P en constateerde daardoor minder beengebreken evenals Verdijk (1969). Hij verhoogde van 0,66% Ca en 0,60% P naar 1,22% Ca en 0,96% P, maar een verhoging naar 0,93% Ca en 0,64% P gaf vrijwel dezelfde gunstige resultaten (n=10). Walker et al. (1966) varieerden eveneens het Ca, P en vitamine D₃ gehalte in het voer maar vonden geen verschil in het aantal beengebreken, evenmin als Duthie en Lancaster (1964).

Uit proeven (Jongbloed et al., niet gepubliceerd) met GY, GY x NL en NL dieren bleek dat bij 0,20% Ca en 0,38% P of 0,16% Ca en 0,60% P onder de gegeven omstandigheden klinisch geen duidelijke vormen van beengebreken optraden. Wel waren de botten dun en werd 2 maal een spontane fractuur geconstateerd. Histologisch werd wel een uitgesproken gegeneraliseerd osteodystrofia fibrosa waargenomen.

Kääntee (1974) voerde een aantal proeven uit met fokzeugen (GY en Fins Landras). Als maat voor een voldoende Ca- en P-voorziening nam hij het alkalische fosfatase gehalte in het bloedserum waarbij hij vond dat 1,26% Ca en 0,9% P in het voer voldoende was.

Spencer et al. (1971) gaven fokzeugen (GY) 0,5% Ca en 0,4% P c.q. 0,9% Ca en

0,6% P in het voer. Bij het eerstgenoemde voer kregen 3 van de 12 dieren voortbewegingsmoeilijkheden, terwijl dat bij het andere voer tot en met de derde lactatie niet werd waargenomen. Harmon (1974) voerde aan fokzeugen 0,72% Ca en 0,34% P in het voer. Pas na zes weken lactatie kwam bij de groep zeugen die geen aanvulling van Phosphor had gekregen veel beengebreeken voor. Een P-gehalte van 0,5% zou voldoende zijn. In een andere proef (Harmon et al., 1975) waarbij de lactatie 28 dagen duurde, bleek dat 0,45% P voldoende was.

Kornegay et al. (1973) vonden dat het percentage zeugen dat bij een gift van 10,3 g Ca en 11,0 g P per dag, de vijf lactaties volmaakte, geringer was dan bij de groep zeugen die 15,5 g Ca en 15,0 g P per dag kregen. Er was in de eerste groep o.a. meer uitval door beengebreeken. Vanaf de 105^e dag van de dracht werd i.p.v. 2,3 kg voer per dag 3,2 kg verstrekt, terwijl na het werpen geleidelijk aan ad lib gevoerd werd. De lactatie duurde 6 weken.

- Eiwit

Gröndalen (1974) legde verschillende eiwit niveaus aan boven de fysiologische minimum behoefte en constateerde geen verschillen in het optreden van beengebreeken tussen de groepen.

Voor de matrixvorming is vrij veel glycine, proline, hydroxyproline en hydroxylysine nodig en deze aminozuren zouden dus beperkend kunnen zijn. Bij de huidige voeders lijkt dit echter niet waarschijnlijk.

- Vitamine A

Vitamine A oefent o.a. invloed uit op de botvorming. Bij een tekort aan vitamine A zou er een hyperactiviteit van de osteoblasten ontstaan. Bij een overmaat aan vitamine A zou er remming van de osteoblasten optreden (Havivi et al., 1975), waardoor osteoporose, met als gevolg fracturen zouden kunnen ontstaan (Irving, 1973). Welke de boven- en ondergrens zijn is niet geheel duidelijk. Volgens Wiessner (1967) is de vitamine A behoefte per dag bij gespeende biggen 700-1500 IE en bij mestvarkens 2000-4400 IE of wel 30 à 40 IE/kg lichaamsgewicht. Bij tekorten aan vitamine A treden vooral bij jonge biggen, die wat betreft de vitamine A voorziening aangewezen zijn op de voorziening via de zeug, bewegingsstoringen op (Wiessner, 1967). De vitamine A voorziening bij fokzeugen verdient dan ook zeker de aandacht.

- Vitamine C

Vitamine C is o.a. nodig voor de collageenvorming in de matrix. Bij een vitamine C gebrek is er onvoldoende vorming van intercellulaire grondsubstantie

wat leidt tot minder stevig beenweefsel. Een tekort aan vitamine C treedt echter bij varkens zelden op.

Hupka (1959) dacht dat epiphyseolysis bij beren veroorzaakt werd door vitamine C tekort, hetgeen echter door veel andere onderzoekers niet bevestigd kon worden (Walker et al., 1966; Vaughan, 1971).

- Mangaan

Mangaan is o.a. van invloed op de ontwikkeling van het skelet daar het een bestanddeel is van het enzym phosphatase. Bij varkens geeft Mangaan-gebrek vooral verkortingen en verdikkingen van de lange pijpbeenderen, de enchondrale verbenning is vaak gestoord, wat tot verkromming van de voor- en achterpoten en tot kreupelheid kan leiden (Wiessner, 1967). Tien tot dertig ppm Mn in de ds van het voer zou voldoende zijn voor het varken.

Elshof en Verdijs (1967) kregen de indruk dat extra Mn (een 4-voudige dosis) een gunstige werking had op de kwaliteit van het beenwerk, terwijl Svajgr et al. (1969) bij een toevoeging van 100 ppm Mn wisselende resultaten vonden t.a.v. botsterkte bij mestvarkens. Onder Nederlandse omstandigheden lijkt het echter niet waarschijnlijk dat Mangaan een rol van betekenis speelt bij beengebreeken.

- Seleen en vitamine E

Voor al in de Oost-Duitse literatuur (Bernschneider, 1972) wordt gewag gemaakt van gunstige resultaten van een extra-toevoeging van Se aan het voer c.q. het toedienen van een injectie met Na-seleniet op de voortbewegings-moeilijkheden. Hoe de werking van het Seleen m.b.t. de beengebreeken precies werkt is niet bekend. Er zou bij jonge snelgroeiende dieren een hogere behoefte aan Seleen bestaan dan bij langzaam groeiende dieren. Er wordt gedacht aan een beïnvloeding van de spierkwaliteit.

Er bestaat een bepaalde interactie tussen Seleen en vitamine E. Bij een tekort aan vitamine E treedt spierdystrophie op hetgeen voortbewegings-moeilijkheden kan veroorzaken. Volgens Wiessner (1967) bedraagt de vitamine E-behoefte 20 IE per kg droge stof. Roth et al. (1975) dienden extra vitamine E (5 IE en 25 IE) en extra Se (0,4 en 0,9 mg) /kg toe aan slachtvarkens via het voer maar konden geen vermindering van het aantal beengebreeken aantonen.

- Zuur-base evenwicht

Uit een aantal publikaties die betrekking hebben op kippen komt naar voren dat misschien het zuur-base evenwicht van belang is bij het optreden van dyschondro-

plasie (Leach et al., 1972) waarbij bepaalde rassen gevoeliger bleken dan andere rassen. Een overmaat aan Cl of NH_4Cl in het voer gaf aanmerkelijk meer afwijkingen; Bij een Na en K overmaat was dat niet het geval. Mongin (1973) en Sauveur (1974) vermoedden dat bij een overmaat van Cl de nier slechts 50% van de capaciteit heeft om 25 OHD_3 in $1,25 (\text{OH})_2\text{D}_3$ om te zetten, waardoor dyschondroplasie zou kunnen ontstaan. Uit een proef met GY x NL varkens bleek dat er met 2% NH_4Cl in het voer geen dyschondroplasie opgewekt kon worden (Jongbloed et al.).

Bekend is dat het vleesrijke en stressgevoelige type varken reeds bij geringe inspanning en opwindings spontaan acidotisch kan worden.

- Overige factoren

Behalve de in dit hoofdstuk veel genoemde elementen worden ook Mg, Cu en niacine (eenmalig in een publikatie) genoemd als oorzaak voor het ontstaan van beengebreeken bij een tekort in het voer. Van Mg en Cu is bekend dat zij in voldoende hoeveelheden in het voer aanwezig zijn.

- Biochemische criteria

Tot nu toe zijn er geen duidelijk verschillen aangetoond in het Ca, P, γ -globulines, hydroxyproline of activiteit van alkalische fosfatase in het bloedplasma bij dieren met en zonder beengebreeken. (o.a. Bernschneider). Kääntee (1974) toonde een hogere alkalische fosfatase activiteit aan bij zeugen met leg weakness. Van de Kerk (1974) toonde een lager hydroxyproline en hexosaminegehalte aan in de organische stof van het bot van varkens met beengebreeken, hetgeen zou duiden op een gestoorde mineralisering.

V. DISCUSSIE EN CONCLUSIES

In vrijwel alle landen met een moderne wijze van varkenshouderij ziet men de laatste 10 à 15 jaar bij zowel mest- als fokvarkens een sterke toename van het aantal dieren met stoornissen van het bewegingsapparaat (Sabec, 1974). Geen exacte cijfers zijn bekend omtrent de frequentie van voorkomen van motiliteitsstoornissen bij varkens en indien er wel getallen gegeven worden heeft er in de regel geen differentiatie plaatsgevonden naar de aard van de bewegingsstoornis. Algemeen wordt wel aangenomen dat wat de aandoeningen aan beenderen en gewrichten betreft, het vooral de gegeneraliseerd optredende degeneratieve veranderingen aan de epiphysairschijven en de gewrichtskraakbeenderen met het daaronder gelegen subchondrale been (osteocondropathieën) zijn welke de laatste 10 à 15 jaar de meest voorkomende zijn onder de afwijkingen (Dämmrich, 1970; Grøndalen, 1974; Herrmann, 1972; Sabec, 1974).

Van de overige aan het begin van hoofdstuk III genoemde groepen van aandoeningen wordt algemeen aangenomen dat de gegeneraliseerde skeletaandoeningen t.g.v. exogene of endogene deficiënties onder de huidige omstandigheden vrijwel niet meer voorkomen en geen rol van betekenis meer spelen (Dämmrich, 1970; Sabec, 1974). De groep "overige afwijkingen" geeft incidenteel wel aanleiding tot afwijkingen aan het bewegingsapparaat, maar is macro-economisch gezien een te verwaarlozen factor. Infectieuze arthritiden komen zeker bij jonge biggen veelvuldig voor en kunnen per bedrijf soms ernstige verliezen geven, in het kader van de bewegingsmoeilijkheden bij oudere mest- en fokvarkens echter spelen ze nauwelijks een rol. In hoeverre vlekziekte arthritis bij mest- en fokvarkens onder de Nederlandse omstandigheden nog belangrijk is, is nog steeds discutabel, in verhouding tot de osteocondropathieën speelt ze echter zeker een ondergeschikte rol.

Afwijkingen aan de klauwen komen zowel bij mestvarkens (Penny e.a., 1963) als bij fokvarkens (Blaka e.a., 1975) zeer frequent voor. In het merendeel van de gevallen lijken deze veranderingen echter niet gepaard te gaan met klinische symptomen. Bekend is dat vooral de huisvesting een grote rol bij het ontstaan van klauwafwijkingen speelt. Roostervloeren werken duidelijk ongunstiger op het ontstaan ervan dan vloeren bedekt met stro (Blaka e.a., 1975). Men neemt aan dat afwijkingen aan de klauwen duidelijk predisponerend werken op het ontstaan van osteocondropathieën doordat er afwijkingen aan de stand van de benen en aan de belasting van de gewrichten ontstaan. Gericht onderzoek naar de samenhang tussen klauw-lesies en osteocondropathieën heeft echter nooit plaatsgevonden.

In Nederland neemt men aan dat jaarlijks ca. 12% van de zeugen uitvalt t.g.v. beengebreen (Tuinte 1971, 1976; jaarverslag varkensproefbedrijven 1974, 1975), het percentage werkelijke lijders zal echter zeker hoger liggen daar alleen de dieren met een bepaalde ernstige graad van afwijkingen afgevoerd worden. Omtrent de werkelijke frequentie van voorkomen van motiliteitsstoornissen bij fokzeugen zijn, evenmin als bij fokberen en mestvarkens, in Nederland geen cijfers bekend. Buitenlandse cijfers geven vooral bij fokvarkens hoge percentages aan, nl. 30-40% (Melrose, 1967; Sabec, 1974; Smith e.a., 1965; Teuscher e.a., 1972; Grøndalen, 1974). Van mestvarkens zijn minder cijfers bekend, maar deze zouden volgens Sabec (1974) van dezelfde orde van grootte zijn of nog hoger liggen.

Morfologische onderzoekingen bij slachtvarkens laten zien dat er tegenwoordig nauwelijks nog dieren zijn waarbij er geen osteochondropatische veranderingen aantoonbaar zijn (Dämmrich, 1970, 1972; Hermann, 1972; Grøndalen, 1974), waarbij men wel in het oog moet houden dat morfologische veranderingen niet altijd klinisch waarneembare symptomen behoeven te geven.

De economische schade t.g.v. beengebreen voor de varkenshouderij is in Nederland - vanwege het ontbreken van exacte cijfers wat betreft het voorkomen en de aard en de ernst van de afwijkingen - slechts ruw te schatten. De in hoofdstuk I genoemde schadecijfers - namelijk 38 tot 43 miljoen gulden voor fokvarkens en 15 miljoen gulden voor mestvarkens per jaar - zijn daarom zeker voor discussie vatbaar. Wanneer men echter wel over gedetailleerde cijfers omtrent het voorkomen van de afwijkingen zou beschikken, zou de genoemde schade vermoedelijk eerder hoger dan lager liggen.

Dat vooral bij ernstige stoornissen van het bewegingsapparaat het welzijn van de dieren gestoord is lijdt geen twijfel, in welke mate is echter niet bekend. (Comm. Veehouderij-Welzijn Dieren van de NRLO-TNO).

Het klinische beeld van de afwijkingen aan het bewegingsapparaat is in een aantal gevallen (b.v. epifysiolyse capitis femoris, fracturen, poly-arthritis bij jonge biggen) duidelijk omschreven. In een groot aantal gevallen echter zijn de afwijkingen aan standen en gangen van de dieren moeilijk te interpreteren. Daarnaast wordt door het gebruik van subjectieve maatstaven bij de beoordeling van klinische afwijkingen en het ontbreken van een goede gestandaardiseerde beoordelingsnorm de betekenis van het klinisch onderzoek m.b.t. een goede vergelijking duidelijk verminderd.

Het is bekend dat vaak morfologische veranderingen aantoonbaar zijn zonder dat er klinische symptomen aanwezig zijn (Sabec, 1974; Thurley, 1969). Alleen bij het aanwezig zijn van pijn en mechanische belemmeringen zullen klinisch waarneembare symptomen optreden. Alleen degeneratieve veranderingen in gewrichts-

kraakbeen - dat geen zenuwweefsel bevat - zullen in de regel geen pijn veroorzaken. Proliferatieve veranderingen welke zich in de buurt van zenuwweefsel-bevattend periost bevinden en dysplasiën van groeiend kraakbeen daarentegen wel. Tevens kunnen klinische bezwaren bij beginnende arthrotische veranderingen intermitterend optreden, zodat bij eenmalig klinisch onderzoek deze bezwaren afwezig kunnen zijn terwijl ze bij herhaald onderzoek er wel degelijk zijn.

De morfologische afwijkingen - zowel op macroscopisch als op licht-microscopisch niveau - zijn van alle aandoeningen welke motiliteitsstoornissen geven bij varkens uitvoerig beschreven, terwijl dit voor de pathogenese in vrij veel gevallen eveneens geldt. Vooral over de osteochondropathieën is de laatste jaren uitvoerig en diepgaand gerapporteerd (Dämmrich, 1970, 1972; Grøndalen, 1974; Hermann, 1972; Sabec, 1974), zodat over deze belangrijke groep van aandoeningen zowel pathogenetisch als pathologisch-anatomisch vrij veel bekend is. Eensluidend is men van oordeel dat het, gezien vanuit de histopathologie, hier om aseptische en overwegend functioneel mechanisch ontstaan processen handelt (Sabec, 1974).

Wat betreft de etiologische factoren inzake de osteochondropathieën is er veel minder klaarheid. Ondanks een uitgebreide literatuur hierover, is het op dit moment nog niet duidelijk welke factoren nu precies, en in welke mate vooral, bijdragen aan het ontstaan van deze veranderingen. Algemeen wordt wel aangenomen dat er een sterke samenhang is met het feit dat men de laatste 10 à 15 jaar vooral varkens heeft willen fokken van een duidelijk vlees-type. Ook wordt door sommigen gesteld dat de beengebreen zich meer klinisch openbaren, omdat de huisvestingsomstandigheden veel harder geworden zijn. (Bollwahn, 1966; Bollwahn e.a., 1970; Christensen, 1953; Dämmrich, 1970, 1972; Flock, 1969; Grøndalen, 1974, Hermann, 1969, 1972; Kurzweg e.a., 1972; Sabec, 1961, 1974 en Schilling, 1963). Door de te snelle gewichtstoename zou de skeletrijping hier geen gelijke tred mee kunnen houden en ontstaat er een wanverhouding tussen lichaamsgewicht en de structuur d.w.z. de geschiktheid voor mechanische belasting van het skelet. Men ziet daarom de osteochondropatische veranderingen in het skelet juist vooral op die plaatsen optreden waar de functioneel-mechanische belasting het grootst is (lumbale wervels, mediale condyl van de femur, epiphysairschijven distale ulna etc.). Naast dit door velen aanvaarde basisgegeven t.a.v. het ontstaan van osteochondropathieën spelen echter nog zeer veel factoren een rol welke als meer of minder belangrijk predisponerend moment voor het ontstaan ervan kunnen fungeren. Een deel van deze factoren worden geleverd door het dier of ras zelf, zoals be-

paalde lichaamsvormen en houdingen, lengte van de wervelkolom, lengte der beenderen van de extremiteiten, verkeerde beenstanden, stand van de femurkop, stand van bepaalde gewrichten.

In hoeverre balansverstoring van bepaalde hormonen (groeihormonen, geslachtshormonen) met een daaraan gekoppelde stabiliteitsvermindering van steunende weefsels (been, kraakbeen, spieren, bindweefsel, pezen) invloed hebben op het ontstaan van osteochondropathieën is niet bekend maar is voor sommige auteurs (Grøndalen, 1974; Sabec, 1974) zeker een gegeven dat nader onderzocht dient te worden.

Van sommige van deze factoren is de samenhang met het optreden van osteochondropathieën grondig onderzocht, voor andere geldt dit in mindere mate en voor weer anderen wordt het alleen nog maar vermoed. De mate van belangrijkheid van de verschillende factoren is tevens ook nog een punt van discussie.

De waargenomen verschillen tussen de rassen GY en NL ten aanzien van het klinisch verschil in frequentie van beengebreeken (Verdijk, 1969), doen vermoeden dat bij verdere toename van het gebruik van gekruiste zeugen in de fokkerij, het probleem voor de bedrijfstak wat verlicht zal worden, wanneer althans andere predisponerende factoren (als b.v. roostervloeren), niet tegelijkertijd in betekenis gaan toenemen op vermeerderingsbedrijven.

Selectie bij met name de zuivere teelt blijft niettemin noodzakelijk. Daarom dient men de beschikking te hebben over een goede methode om de osteochondrose-status van een fokdier te karakteriseren. Dit zou een klinische beoordeling van het dier op relevante criteria c.q. morfologisch onderzoek van toomgenoten na slachting kunnen zijn.

In dit type onderzoek, dat naar de mening van de commissie een relatief grote prioriteit heeft, dient tevens de relatie met het ras en produktiekenmerken te worden betrokken.

Voor wat betreft de etiologische betekenis van de huisvesting is duidelijk dat diverse aspecten daarvan invloed hebben op het vóórkomen van locomotiestoornissen. Bewegingsmogelijkheid heeft in het algemeen een gunstige invloed hetgeen eveneens het geval is voor het gebruik van stro(oisel) in de hokken (Melrose, 1967; Weiss, 1973; Elliot, 1973; Teuscher, 1973; Penny et al., 1965; Verdijk, 1969; Bäckström, 1973). Soortgelijke ervaringen zijn opgedaan in het onderzoek naar de oorzaken van beengebreeken bij slachtkuikens.

Roostervloeren zijn in een niet onbelangrijk deel van de varkenshouderij in gebruik genomen. Op deze vloeren komen meer beengebreeken voor dan op andere soorten vloeren (Prange, 1970, 1972; Stevens, 1973; Tuinte, 1971). Wellicht is het niettemin mogelijk dat met bepaalde materialen een zodanige construc-

tie verwezenlijkt kan worden dat beantwoord wordt aan de in hoofdstuk 3B (huisvesting) gestelde criteria. Ook de hygiëne in de stal en het stalklimaat zijn in dit verband van belang. Natte vloeren kunnen soms zeer glad zijn en daardoor een ongunstige werking vertonen (Huybers en Stams, 1976). Bij ad lib gevoerde dieren komen meer beengebreen voor dan bij beperkt gevoerde dieren (Grøndalen, 1974; Vaughan, 1971; Roth et al., 1976; Schneider, 1974). Vooral bij jonge groeiende dieren vindt er een relatief intensieve weefselvorming plaats.

Ten aanzien van de relatie tussen de mineralenvoorziening en het optreden van beengebreen, blijkt uit de literatuur dat voor mestvarkens onder gemiddelde omstandigheden een gebrek aan mineralen, met name die van Ca en P, niet als etiologische factor aangewezen kan worden. Of dit ook opgaat voor snel groeiende varkens met een voederverbruik van 2,0 à 2,5 is niet bekend. In vooralsnog beperkt proefmateriaal (Jongbloed et al.) werd geen relatie gevonden tussen ontkalking van het bot en osteochondrosis en of arthrosis. Ook uit de literatuur komt geen duidelijk verband tussen de mineralisatiegraad van het skelet en beengebreen naar voren. Vele chemische bepalingen in het bot blijken in het algemeen weinig verband met beengebreen te vertonen.

Voor fokvarkens is de situatie ten aanzien van de mineralenvoorziening minder goed bekend dan die van mestvarkens. Vooral bij een lange lactatieperiode kan de ontkalking van het bot zodanig zijn dat zich eventueel bewegingsmoeilijkheden kunnen manifesteren. Of het eenmaal voeren per dag van fokzeugen een hoger mineralengehalte in het voer vereist ten opzichte van tweemaal per dag voeren is niet bekend. Bij de samenstelling van het voer moet uiteraard steeds voor een adequate vitamine- en mineralenvoorziening, ook in de juiste verhouding, gezorgd worden.

Conclusies

Verschillende overwegingen, neergelegd in dit rapport, hebben de commissie geleid tot het doen van de volgende, naar afnemende prioriteit gerangschikte, aanbevelingen voor nader onderzoek.

1. In eerste instantie zou een registrerend en inventariserend onderzoek moeten plaatsvinden naar de relatie tussen klinische afwijkingen en pathologisch anatomische bevindingen. Dit onderzoek zal moeten aangeven welke de meest relevante criteria zijn om de osteochondrose- en arthrose-status van een dier te karakteriseren.

2. Onderzoek naar de betekenis van klauw-aandoeningen voor het optreden van motiliteitsstoornissen, primair zowel als secundair.

De relatie van ontwikkeling, vorm en kwaliteit van de klauwen met het klinisch en pathologisch-anatomisch beeld (o.a. osteochondropathie).

3. Er vindt in Nederland veel vergelijkend onderzoek plaats zowel op fokkerij- als houderijgebied. Meer dan voorheen dient daarbij aandacht te worden geschonken aan de beengebreeken-problematiek. Het sub 1 en 2 genoemde onderzoek zal de criteria in deze moeten leveren c.q. dient geïntegreerd te worden in dit onderzoek.

Op deze manier zou in het fokkerij-onderzoek van het IVO, de regionale varkensproefbedrijven (RVP), c.q. de selectiemesterijen tevens ruimere aandacht worden geschonken aan de relatie tussen het voorkomen van (bepaalde) beengebreeken en ras, lijn en produktiekenmerken.

Soortgelijke overwegingen gelden eigenlijk in nog sterkere mate voor het huisvestingsonderzoek. Bij integratie van het sub a en met name sub b genoemde onderzoek in het huisvestingsonderzoek van het IMAG c.q. de RVP, zouden verbanden gelegd kunnen worden tussen motiliteitsstoornissen en vorm, constructie en afwerking van de (rooster)vloeren. Bij dit onderzoek dient tevens aandacht te worden geschonken aan de invloed van beweging en hygiëne.

Evenzo geldt dat, indien door het IVVO "Hoorn" of de proeven op de regionale varkensproefbedrijven worden genomen op het gebied van de mineralen-voorziening van fok- en mestvarkens, - waar mogelijk - aandacht dient te worden besteed aan de relatie met osteochondropathie.

4. Onderzoek naar de reeds eerder in dit hoofdstuk genoemde relatie tussen groei- en geslachtshormonen en motiliteitsstoornissen bij varkens.

De slagingskansen van dit meer fundamenteel gerichte onderzoek wordt door de commissie niet groot geacht. Wellicht verdient dit endocrinologische onderzoek tevens uit andere overwegingen, zoals onderzoek met betrekking tot groei, ontwikkeling of voortplanting, de aandacht.

Wil het bovengenoemd onderzoek goed op gang komen dan zal er rekening mee gehouden moeten worden dat hiervoor middelen en mankracht beschikbaar dienen te zijn.

Gezien het feit dat verwacht mag worden dat visuele beoordelingen vooralsnog een belangrijke rol in het onderzoek zullen vervullen, dient ernaar gestreefd te worden het onderzoek zoveel mogelijk te concentreren teneinde uniformiteit

bij de beoordelingen beter te kunnen waarborgen. Hierbij wordt gedacht aan een samenwerkingsverband tussen de Faculteit voor Diergeneeskunde en het IVO "Schoonoord". Eerstgenoemde instelling brengt daarbij vooral haar kennis en ervaring op het gebied van de klinische en patholoog-anatomische beoordeling in. De rol van het IVO zou, vanwege haar eigen faciliteiten en contacten met de onderzoeksector en praktijk, enerzijds een actief organiserende anderzijds voor een deel een ondersteunende kunnen zijn bij het verrichten van de waarnemingen, het verzamelen van de gegevens en de verwerking van de onderzoeksuitkomsten.

Het onder sub 4 genoemde hormoon-onderzoek zou eveneens een taak voor het IVO kunnen zijn.

Nagegaan dient te worden in welke mate de kennis en ervaringen aanwezig op het Instituut voor de Pluimvee-onderzoek "Het Spelderholt" met betrekking tot de bij slachtkuikens voorkomende motiliteitsstoornissen, welke deels overeenkomen met die bij varkens, kan worden benut ten behoeve van het onderzoek naar motiliteitsstoornissen bij varkens.

VI. LITERATUUROPGAVE

Anon: Rapport samengesteld door de werkgroep "Mineralen in krachtvoer in relatie tot bemesting en milieu TNO" 1975

ARC (1967). Agricultural Research Council, London.

Bäckström, L. (1973). Acta vet. scand. Suppl. 41; pp. 240.

Bauman, G. en J. Wisser (1972). Arch. exper. Vet. med. 26:570-588.

Bayley, H.S. en R.G. Thomson (1969). J. Anim. Sci 28:484-491.

Berschneider, F. (1972). In Gesundheitliche Aspekte der Fleischschweinproduktion, VEB Gustav Fischer Verlag Jena, pp. 260.

Bickhardt, K., H.J. Chevalier, W. Giese en H.J. Reinhard (1972). Fortschritte der Veterinairmedizin. Zentralbl. Vet. Med. Sonderheft 18.

Blaha, Th., Prange, H., (1975). Mh. Vet. med. 30, 47-53.

Bollwahn, W. (1965). Dtsch. tierärztl. Wschr. 72, 321-324.

Bollwahn, W. (1966). Dtsch. tierärztl. Wschr. 73, 373.

Bollwahn, W. (1970). Lauprecht, E., Pohlenz, J. und Schulze, W.Z. Tierzucht. Züchtungsbiol. 87, 207.

Brands, A.F.A. en A.H.C. Kuipers (1971). Tijdschr. Diergeneesk. 96:66-70.

Campion, D.R., G. Eikelenboom en R.G. Cassens (1974). J. Anim. Sci. 39:68

Christensen, N.O. (1953). 15th internat. Congress Stockholm, Proc. Part I, vol. 2, 742.

Cromwell, G.L., V.W. Hays, C.H. Chaney en J.R. Overfield (1970). J. Anim. Sci. 30:519-525.

Dämmrich, K. (1970). Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 83, 450.

Dämmrich, K. und Unshelm, J. (1972). 261. Vet. Med. A 19, 445.

Dämmrich, K. und Unshelm, J. (1975). 261. Vet. Med. A 22, 1.

Dietz, O., en R. Kaul (1974). Mh. Vet. med. 29, 324-328.

Doige, C.E., B.D. Owen en J.H. Mills (1975). Can. J. Anim. Sci. 55:147-164.

Done, J.T., U.M. Allen, J. Bailey, P.H. Gruchy en M.K. Curran (1975). Vet. Rec. 96:482.

Duthie, I.F., Lancaster, M.C. (1964). Vet. Rec. 76, 263-272.

Elliot, J.I. en C.E. Doige (1973). Can. J. Anim. Sci. 53:211-217.

Elshof, W.J. en A.Th.M. Verdijk (1968). IVO rapport C 121.

Farland, A.C.Mc (1970). Outlook on Agriculture 6:4.

Flock, D. (1969). Dtsch. tierärztl. Wschr. 76, 421.

Fritschen, R.D., P.J. Cunningham en W.T. Ahlschwede (1972). J. Anim. Sci. 35:1090.

Fritschen, R.D. (1975). Feedstuffs 46(15):9.

- Grøndalen, T. (1974^a). Acta Vet. Scand. 15, 1.
- Grøndalen, T. (1974^b). Acta Vet. Scand. 15, 26.
- Grøndalen, T. (1974^c). Acta Vet. Scand. 15, 43.
- Grøndalen, T. (1974^d). Acta Vet. Scand. 15, 147.
- Grøndalen, T. (1974^e). Acta Vet. Scand. suppl. 46, 1.
- Grøndalen, T. (1974^f). Acta Vet. Scand. 15.
- Grøndalen, T. (1974^g). Acta Vet. Scand. 15.
- Grøndalen, T. en J. Grøndalen (1974^h). Acta Vet. Scand. 15, 53.
- Grøndalen, T. en O. Vangen (1974ⁱ). Acta Vet. Scand. 15, 61.
- Grøndalen, T. (1974^j). Nord. Vet. Med. 26, 534.
- Grünhagen, H., D. Steinhilf en J.H. Weniger (1970). Züchtungskunde 42:374-384.
- Harmon, B.G., C.T. Liu, S.G. Cornelius, J.E. Pettigrew, D.H. Baker en A.H. Jensen (1974). J. Anim. Sci. 39:1117-1122.
- Harmon, B.G., C.T. Liu, A.H. Jensen en D.H. Baker (1975). J. Anim. Sci. 40: 660-664.
- Havivi, E. en K. Guggenheim (1975). Internat. J. Vit. Nutr. Res. 45:317-325.
- Herrmann, H.J. (1969). Arch. Exp. Vet. Med. 23, 19.
- Herrmann, H.J. (1972). Arch. Exp. Vet. Med. 26, 617.
- Hoorens, J., W. Oyaert en H. Thoonen (1966). Vlaams diergeneesk. Tijdschr. 35, 16-20.
- Hupka, E. (1959). Dtsch. tierärztl. Wschr. 8:201.
- Huybers P.J.J.J. en G.M.J.P. Stams (1976). Colloquim Bedrijfsdiergeneeskunde.
- Irving, J.T. (1973). Calcium and Phosphorus metabolism. Academic Press New York en London.
- Jongbloed, A.W. en S.A. Goedegebuure (1976). Pers. mededeling.
- Kääntee, E. Suomen Eläinlääkarilehti 80:269-463.
- Kempen, G.J.M. van, P. v.d. Kerk en A.M.M. Grimbergen (1976). Proefverslag no. 81 CLO Instituut voor de Veevoeding "de Schothorst".
- Kerk, P. v.d., (1974). Tierärztliche Umschau 29:98-112.
- Kornegay, E.T., H.R. Thomas en T.N. Meacham (1973). J. Anim. Sci. 37:493-500.
- Kuiper, C.J., (1970). Tijdschr. Diergeneesk. 95, 1188-1190.
- Kurzweg, W. und Winkler, K., (1972). Angewandte Tierhygiene, Bd. 3, VEB G. Fischer, Jena.
- Lampo, Ph., en J. Michels (1974). Landb. Tijdschr. 27:1445-1452.
- Lauprecht, E., W. Schulze en W. Bollwahn (1967). Z. Tierzücht. Züchtungsbiol. 83, 297-311.
- Leach, R.M. en M.C. Nesheim (1965). J. Nutr. 86:236-244.
- Melrose, D.R., (1967). Tierzüchter 10, 322.

- Meyer, P., J. Goudswaard, S.A. Goedegebuure en S. Budhai (1975). Tijdschr. Diergeneesk. 100, 1108.
- Mongin, P., en B. Sauveur (1973). Journ. Recherches Avicoles et Cunicoles. 187-192.
- Nielsen, N.C., S. Andersen, A. Madsenen, H.P. Mortensen (1971). Acta Vet. Scand. 12:202-219.
- NRC (1964). National Research Council, Washington.
- Ogink, G., (1975). De Boerderij 59:6-7.
- Pas, J.G.C. v.d., en G.A.J. Buiting (1973). IVO rapport B 116.
- Penny, R.H.C., A.D. Osborne, A.I. Wright (1963). Vet. Rec. 75, 1225-1235.
- Penny, R.H.C., A.D. Osborne, A.I. Wright (1965). Vet. Rec. 77, 1101-1108.
- Pfleiderer, U.E. (1973). Schweinezucht u. Schweinemast 21:286-288.
- Poppe, S., K. Friedel en M. Gabel (1973). Archiv Tierern. 23:685-696.
- Prange, H. (1972). Monatshefte f. Veterinairmedizin 27:450-457.
- Prange, H. en W. Kurzweg (1970). Tierzucht 24:348-350.
- Prange H. en G. Baumann (1972a). Monatshefte f. Veterinairmedizin 27:416-423.
- Rieger, O., E. Pieper, E. Fiedler en W. Petri (1972). Versuchs- und Erfahrungsbericht Forchheim.
- Roth, F.X. en M. Kirchgessner (1975). Zbl. Vet. Med. A, 22:854-863.
- Sabec, S., (1960). Dissertatie Hannover.
- Sabec, D., (1971). Dtsch. Tierärztl. Wschr. 78, 5-9.
- Sabec, D., (1974). Wien. tierärztl. Wschr. 61, 1.
- Sabec, D., E. Schilling und A. Schulz (1967). Dtsch. tierärztl. Wschr. 74, 489, 1967.
- Sauveur, B. en P. Mongin (1974). Proceedings XV World Poultry Congress 180-181.
- Schilling, E. (1963). Z. Tierzücht. Züchtungsbiol. 78, 293.
- Schneider (1974). Dissertatie Zürich.
- Smith, C. (1966). Anim. Prod. 8:345-348.
- Smith, W.J. en A.M. Robertson (1971). Vet. Rec. 89:531-533.
- Spencer, G.R. et al. (1971). Am. J. Vet. Res. 32: 1751-1774.
- Stevens, A. (1973). Tijdschr. Diergeneesk. 98:891-906.
- Straat, H. (1971). Mededeling C.V.P. Arnhem.
- Svajgr, A.J., E.R. Peo en P.E. Vipperman (1969). J. Anim Sci 29:439-443.
- Teuscher, T. (1972). Vet. Dissertatie Berlin.
- Thurley, D.C. (1967). Dissertatie London.
- Thurley, D.C. (1971). New Zealand Vet. J. 19:121.
- Tuinte, J.H.G. (1971). Maandblad voor de Varkensfokkerij 33:201-203.

- Tuinte, J.H.G. (1976). P.P. Magazine 6:55.
- Varkensproefbedrijf "Raalte". Jaarverslagen 1974 en 1975.
- Varkensproefbedrijf "Raalte" (1973). Proefverslag no. 4.
- Varkensproefbedrijf "Raalte" (1976). Proefverslag no. 10.
- Varkensproefbedrijf "Sterksel". Jaarverslagen 1974 en 1975.
- Varkensproefbedrijf "Sterksel" (1973). Proefverslag no. 2.
- Varkensproefbedrijven "Raalte" en Sterksel" (1976). Verslag no. 1.
- Vaughan, L.C. (1969). Br. Vet. J. 125, 354-365.
- Vaughan, L.C. (1971). Vet. Rec. 89, 81-85.
- Verdijk, A.Th.M. (1969). Tijdschr. Diergeneesk. 94, 1649-1666.
- Walker, T., B.F. Fell, A.S. Jones, R. Boyne en M. Elliot (1966). Vet. Rec. 79:472-479
- Weiss, G.M., Th.P. Dekker, G. van Putten en W. Sybesma (1972). IVO rapport C 182.
- Weiss, G.M., E.R. Peo, R.W. Mandigo en B.D. Moser (1975). J. Anim. Sci. 40:457-462.
- Wiessner, E. (1967). Ernährungsschäden der Landwirtschaftlichen Nutztiere
VEB Gustav Fischer Verlag Jena pp 696.

